

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
GENÉTICOS VEGETAIS**

Daniel Caetano Oller

**ECOLOGIA E MANEJO DE FLORESTAS SECUNDÁRIAS
DOMINADAS POR *TIBOUCHINA PULCHRA* Cogn.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências, Área de Concentração em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo C. Fantini.

Florianópolis / SC

2011

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

O49e Oller, Daniel Caetano
Ecologia e manejo de florestas secundárias dominadas por
Tibouchina pulchra Cogn [dissertação] / Daniel Caetano Oller ;
orientador, Alfredo Celso Fantini. - Florianópolis, SC, 2011.
90 p.: il., grafs., tabs, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Inclui referências

1. Recursos genéticos vegetais. 2. Florestas. I. Fantini,
Alfredo Celso. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. III.
Título.

CDU 631

Ecologia e manejo de florestas
secundárias dominadas por
Tibouchina pulchra

por

Daniel Caetano Oller

Dissertação julgada e aprovada em 30/09/2011, em sua forma final pelo orientador e membros da banca examinadora, para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de Concentração Recursos Genéticos Vegetais, no Programa de Pós- Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, CCA/UFSC.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alfredo Celso Fantini (Presidente/Orientador)

Prof. Dr. Adelar Mantovani (Externo/CAV/UDESC)

Prof. Dr. Maurício Sedrez dos Reis (Interno/CCA/UFSC)

Prof. Dr. Alexandre Siminski (Interno/UFSC-Curitiba)

Prof. Dr. Rubens Onofre Nodari (Coordenador do Programa)

Florianópolis, setembro de 2011

Àqueles que acreditam que poderemos conciliar
a produção florestal com a restauração da Mata Atlântica.

À minha esposa e filho.

AGRADECIMENTOS

A minha família pela paciência, força e alento.

Ao meu orientador Alfredo Fantini pelas inestimáveis contribuições à concepção e realização desta dissertação e à minha formação pessoal, por meio de seu acompanhamento e nossas discussões.

À Adriana Dias por suas intervenções norteadoras na fase de análise de dados e redação, permitindo melhor exploração dos dados e amadurecimento do trabalho.

Aos mestrandos em agroecossistemas: Andres Villazon e Diogo Feistauer, aos engenheiros agrônomos: Fernando de Luca, Pablo Forza e Julio Vilperte e aos colegas da graduação em agronomia: Arthur Abreu, Ricardo Brasil, Vinicius Jubett, Gisele Monteiro, Luiz Fernando Zanfeli e Luiz Guilherme Figueiredo por todo apoio em campo. Sem o auxílio de vocês este trabalho não se teria concretizado.

Aos biólogos Cássio Daldrini, Lucas Milanese e Glaucio Schüssler pelo auxílio na identificação das exsiccatas, especialmente o primeiro que pacientemente acompanhou toda primeira fase e permitiu grande aprimoramento neste campo de conhecimento.

Ao colega Alexandre Siminski que sempre se pôs à disposição para discutir o trabalho, ajudando muito na sua concepção e na reflexão sobre os resultados.

Aos meus colegas de pós-graduação pela fértil troca de ideias, pelas dicas, em especial a Nicole Vicente, Cristiano Schüch, Elaine Zuchiwschi, Gisele Galarcon.

Registro também a satisfação de ter ficado algumas noites adentro discutindo problemas estatísticos com Joel Donazzolo e Flor Rivera durante a concepção do projeto, permitindo vislumbrar a melhor abordagem a cada situação.

Ao Governo Federal que por meio do IBAMA e da UFSC permitiu-me tamanha capacitação e crescimento pessoal.

RESUMO

Remanescentes da Mata Atlântica são compostos principalmente por fragmentos de vegetação secundária. Ao longo da costa dos estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, florestas secundárias dominadas por *Tibouchina pulchra* são muito comuns. Há relatos de agricultores que manejam esse tipo de ecossistema para produção de escoras para construção civil. No entanto, não existem estudos para melhorar o sistema de manejo feito pelos agricultores. Este estudo teve como objetivo preencher esta lacuna através: a) da compreensão da ecologia e da dinâmica de sucessão de florestas secundárias dominadas por *T. pulchra*; b) do ajuste de modelos matemáticos para estimar o crescimento e o volume da espécie; c) da avaliação do potencial da espécie para manejo visando à produção de escoras. Foi usada uma variedade de métodos incluindo: entrevistas e dados de sensoriamento remoto para estimar a idade dos fragmentos; inventário florestal para acessar a diversidade de espécies e variáveis dendrométricas dos ecossistemas; volumetria de 105 troncos de *T. pulchra* para a estimativa de volume; entrevistas com os agricultores para compreender o seu método de manejo dos ecossistemas. Encontramos fragmentos desta formação florestal com idades entre três e 29 anos de regeneração. *T. pulchra* sempre foi a espécie com maior dominância relativa (43-89%) e Valor de Importância (19-74%). Ela mostra características típicas de uma espécie pioneira, com uma densidade relativa elevada em fragmentos jovens e diminuindo à medida que o processo de sucessão avança, quando ela é substituída por espécies secundárias iniciais e tardias. Esse processo evidencia a importância desse tipo de ecossistema para a recuperação da floresta. Entre as equações ajustadas para prever o crescimento volumétrico encontramos pelo menos um modelo com bom ajuste ($Raj^2 > 0,8$). O volume por hectare pode ser estimado pela área basal da floresta através de um modelo linear simples ($Raj^2 = 0,99$). A máxima taxa de crescimento em altura, DAP e volume da floresta ocorreu, respectivamente, nas idades de 10, nove e sete anos. Indivíduos entre 9 e 15 cm de DAP produziram o maior número (1,4) de escoras por tronco de *T. pulchra*. Observou-se que insetos xilófagos atacam indivíduos com grande DAP, sugerindo que a espécie deve ser explorada em idade jovem, tanto para a produção de escoras como de lenha. O manejo da floresta aumentou tanto a produtividade (número/ha) quanto a qualidade das escoras. Florestas que foram exploradas pelos

agricultores pelo menos uma vez apresentaram índices de diversidade de espécies – árvores e arbustos – semelhantes às não manejadas.

Palavras-chave: *Tibouchina pulchra*; Floresta Secundária; Manejo Florestal.

ABSTRACT

Remnants of the Brazilian Atlantic Forest are composed mainly by patches of second growth vegetation. Along the coast of the States of Santa Catarina, Paraná and São Paulo, secondary forests dominated by *Tibouchina pulchra* are very common. There are anecdotal reports of farmers managing this kind of ecosystem for small diameter poles (3m long), especially used in concrete formworks. However, there are no studies to improve such management system. This study aimed at filling in this gap through: a) understanding the ecology and succession dynamics of secondary forests dominated by *T. pulchra*; b) develop mathematical growth and volumetric models for the species; c) evaluate the potential of the species for timber management. We used a variety of methods including: interviews and remote sensing data to estimate the age of the patches; forest inventory to access species diversity and dendrometric variables of the ecosystems; scaling of 105 stems of *T. pulchra* for volume estimation; interviews with farmers to understand their ecosystem management. We found patches of this forest formation between three and 29 years of regeneration. *T. pulchra* was always the species with the highest Relative Dominance (43-89%) and Importance Value (19-74%). It shows characteristics typical of a pioneer species, with high Relative Density in the initial age and decreasing as the successional process advances, when it is replaced by early and late secondary species. This process highlights the importance of this ecosystem for forest recovery. Among the equations adjusted to predict volumetric and growth we found at least one model with very good fit ($Raj^2 > 0.8$). The volume per hectare can be estimate by the Basal Area of the forest by a first order linear model ($Raj^2 = 0.99$). The maximum growth rate of height, DBH and volume of the forest occurred respectively at the age 10, nine and seven years. Individuals between 9 and 15cm in DBH produced the highest number (1.4) of poles per stem. We observed that Xylophagous insects damage trees with high DBH, suggesting that the species should be harvested at young ages, both for formworks and fuel wood. Management of the forest increased productivity (number of poles/ha) as well as quality of the poles. Forests logged by farmers at least once showed diversity indexes – trees and shrubs species – similar to those unmanaged

Keywords: *Tibouchina pulchra*; Secondary Forests; Forest Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Jornal Linnaea com a primeira descrição de <i>Tibouchina pulchra</i> . Capa, abertura do capítulo e descrição.....	4
Figura 2 - Aspectos de <i>Tibouchina pulchra</i> : a) Tronco cilíndrico com ritidoma pardo-acinzentado, liso e pouco espesso; b) Arquitetura oposto-cruzada com folhas simples e pentanervadas; c) Inflorescência com corolas vistosas com coloração predominante rósea; d) comunidade com alta dominância de <i>Tibouchina Pulchra</i>	6
Figura 3 - Localização da área de estudo e das 18 áreas de <i>Tibouchinietum</i> avaliadas nos municípios de Joinville e Garuva-SC.	9
Figura 4 - Sequência esquemática de desenvolvimento dos estágios sucessionais da vegetação..	15
Figura 5 – Modelo de unidade amostral utilizada no inventário florestal. Parcela principal de 200 m ² (10 x 20 m) para tomada de dados de indivíduos maiores que 1,3 m de altura. Duas sub-parcelas de 150 m ² cada (10 x 1,5 m) para indivíduos menores que 1,3 m.	17
Figura 6 - Estrutura demográfica comparada de <i>T. pulchra</i> e o restante da comunidade por meio de dispersão de densidades por idade de regeneração de 14 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> nos municípios Joinville e Garuva - SC.	21
Figura 7 - Estrutura demográfica de <i>Tibouchina pulchra</i> representada por meio de distribuição de freqüências de classes de tamanho do indivíduo por classes de idade de regeneração de 14 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> nos municípios Joinville e Garuva - SC.	23
Figura 8 - Estrutura demográfica das demais espécies representada por meio de distribuição de freqüências de classes de porte do indivíduo por classes de idade de regeneração de 14 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> nos municípios Joinville e Garuva - SC.	23
Figura 9 - Estrutura diamétrica da população de <i>Tibouchina pulchra</i> segundo três estágios de regeneração de 14 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> nos municípios Joinville e Garuva - SC.	25
Figura 10 - Estrutura demográfica das demais espécies representada por meio de distribuição de freqüências de classes de DAP de indivíduos segundo três estágios de regeneração, em 14 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> nos municípios Joinville e Garuva - SC.	25

Figura 11 – Comparação entre a distribuição de Altura total média de <i>Tibouchina pulchra</i> , outras espécies e toda a comunidade, segundo a idade de 14 parcelas em <i>Tibouchinietum</i> (Considerando indivíduos com DAP ≥ 5 cm). 27	27
Figura 12 - Dispersão das Áreas Basais por hectare por idade, dos indivíduos com DAP ≥ 5 cm da comunidade e de <i>T. pulchra</i> (equação e R^2 para a comunidade) em 14 parcelas em <i>Tibouchinietum</i> nos municípios de Joinville e Garuva – SC.28	28
Figura 13 - Exemplo imagens de satélite demonstrando a evolução da cobertura vegetal em seqüência temporal, em um fragmento de <i>Tibouchinietum</i> no Município de Garuva - SC.....36	36
Figura 14 – Modelo de crescimento com melhor ajuste entre idade e DAP, para <i>Tibouchina pulchra</i> (DAP ≥ 5 cm) em populações de 18 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC.46	46
Figura 15 - Modelo de crescimento com melhor ajuste entre idade e Área Basal, para <i>Tibouchina pulchra</i> (DAP ≥ 5 cm) em populações de 18 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC.48	48
Figura 16 – Modelo hipsométrico com melhor ajuste entre DAP médio e altura total média, para indivíduos de <i>Tibouchina pulchra</i> (DAP ≥ 5 cm) em populações de 18 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC.50	50
Figura 17 – Destaque para o número de indivíduos a serem cubados em distribuição diamétrica de <i>Tibouchina pulchra</i> em um fragmento em <i>Tibouchinietum</i> em Joinville – SC.....51	51
Figura 18 - Distribuição de volumes individuais calculados para fustes de <i>Tibouchina pulchra</i> em função de seus DAP. Dados obtidos a partir de regressão dos DAP e Altura Total de 105 fustes, em uma população em Joinville – SC.54	54
Figura 19 – Dispersão dos volumes individuais calculados para 105 fustes de <i>Tibouchina pulchra</i> cubados em uma população em Joinville - SC, em relação ao volume individual estimado pela equação em destaque.....54	54
Figura 20 - Dispersão dos erros entre volumes individual total calculado e estimado para 105 fustes de <i>Tibouchina pulchra</i> em uma população em Joinville - SC.54	54
Figura 21 - Relações volumétricas: a distribuição do volume individual médio calculado para 18 parcelas e a curva de crescimento do volume individual estimado pelo modelo com melhor ajuste entre DAP, altura total e volume individual, para indivíduos de <i>Tibouchina pulchra</i> amostrados nos município de Joinville e Garuva – SC. (DAP ≥ 5 cm).56	56

Figura 22 - Sistema de opções de uso e da dinâmica para conservação dos recursos florestais da Mata Atlântica.....	62
Figura 23 - Curvas de incremento do DAP médio de <i>Tibouchina pulchra</i> : Incremento Médio Anual e Incremento Corrente Anual, estimadas com base na idade e dendrometria obtidas em 18 parcelas localizadas nos município de Joinville e Garuva – SC.	67
Figura 24 - Curvas de incremento do volume médio de indivíduos de <i>Tibouchina pulchra</i> : Incremento Médio Anual e Incremento Corrente Anual, estimadas com base na idade e dendrometria obtidas em 18 parcelas localizadas nos município de Joinville e Garuva – SC.	67
Figura 25 - Curvas de incremento do volume médio de indivíduos de <i>Tibouchina pulchra</i> segundo seu DAP, estimadas com base na dendrometria obtidas em 18 parcelas localizadas nos município de Joinville e Garuva – SC.	68
Figura 26 - Curvas de Incremento Corrente Anual (ICA) e Incremento Médio Anual (IMA) para a Volumetria de <i>Tibouchina pulchra</i> obtida em 1 ha de <i>Tibouchinietum</i> , estimadas com base na idade e dendrometria obtidas em 18 parcelas localizadas nos município de Joinville e Garuva – SC.	69
Figura 27 - Curvas de incremento volumétrico por hectare de indivíduos de <i>Tibouchina pulchra</i> em função do crescimento em Área Basal da espécie, estimadas com base na dendrometria obtidas em 18 parcelas localizadas nos município de Joinville e Garuva – SC.	69
Figura 28 - Comparação entre volumes de lenha total e residual segundo as classes de diâmetro dos fustes amostrados, dados absolutos para o universo amostrado de <i>Tibouchina pulchra</i> em um <i>Tibouchinietum</i> em Joinville – SC.	71
Figura 29 – Rendimento de lenha (V_{res}/V_{total}) e volumes total ($V_{total}/fuste$) e residual médios ($V_{lenha\ res}/fuste$) para fustes de <i>Tibouchina pulchra</i> , segundo suas classes de DAP. Dados obtidos em extração de 105 fustes em um <i>Tibouchinietum</i> em Joinville – SC.	71
Figura 30– Sortimento de peças em comparação ao total de fustes extraídos segundo classes de diâmetro de <i>Tibouchina pulchra</i> . Dados obtidos na extração de 105 fustes em um <i>Tibouchinietum</i> em Joinville – SC. (Escora: $5<\varnothing<12$ cm; Vara fina: $12<\varnothing<15$ cm; Vara grossa: $15<\varnothing<20$ cm; Corte: $\varnothing>20$ cm; Fustes = nº de fustes avaliados).....	72
Figura 31 - Sortimento de peças extraídas segundo classes de diâmetro de <i>Tibouchina pulchra</i> . Dados obtidos na extração de 105 fustes em um <i>Tibouchinietum</i> em Joinville/SC. (Escora: $5<\varnothing<12$ cm; Vara fina: $12<\varnothing<15$ cm; Vara grossa: $15<\varnothing<20$ cm; Corte: $\varnothing>20$ cm; Fustes = nº de fustes avaliados).....	72

Figura 32 – Sortimento de peças passíveis de obtenção por hectare, segundo a classe de DAP de *Tibouchina pulchra*. Dados verificados em 18 parcelas instaladas em *Tibouchinietum*, nos municípios de Joinville e Garuva – SC.73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Desenvolvimento médio dos indivíduos e da população de <i>Tibouchina pulchra</i> entre os anos de 1999 e 2002.....	9
Tabela 2 - Estágio fitofiosionômicos e condição de manejo de 14 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> amostrados nos municípios de Joinville e Garuva - SC	15
Tabela 3 – Descrição da situação geográfica, declividade, pedologia e drenagem de trechos de 14 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> onde se instalou unidades amostrais.....	16
Tabela 4 – Estrutura demográfica das comunidades com destaque à população <i>Tibouchina pulchra</i> de 14 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> avaliados nos municípios de Joinville e Garuva - SC.....	20
Tabela 5 - Características dendrométricas de três estágios fitofiosionômicos de regeneração em 14 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> ($Ht \geq 1,3$ m), nos município de Joinville e Garuva – SC, com destaque à espécie <i>Tibouchina pulchra</i>	24
Tabela 6 - Índices fitossociológicos e de diversidade amostrados em cada estágio sucessional em 14 fragmentos florestais em <i>Tibouchinietum</i> , em Garuva e Joinville – SC. Considerando-se indivíduos com $DAP \geq 5$ cm ou com altura total $\geq 1,3$ m.....	29
Tabela 7 - Indicadores de estrutura horizontal para as espécies dominantes ($IVI > 50\%$), segundo estágios sucessionais do <i>Tibouchinietum</i> , para Classes $DAP \geq 5$ cm e $Ht \geq 1,3$ m. Dados coletados em 14 parcelas em Joinville e Garuva – SC.	31
Tabela 8 – Detalhamento das imagens orbitais utilizadas para a realização de avaliação de seqüência temporal por sensoriamento remoto do desenvolvimento de 18 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC.....	35
Tabela 9 – Matriz de notas atribuídas a fragmentos de <i>Tibouchinietum</i> inventariados nos municípios de Joinville e Garuva - SC, segundos o nível de refletância associável ao desenvolvimento de sua vegetação, em análise de seqüência temporal de imagens de satélites.	42
Tabela 10 – Estimativas de idade, por três métodos de avaliação – sensoriamento remoto, entrevista e análise fitofiosionômica – para 18 fragmentos florestais em <i>Tibouchinietum</i> amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC.	43
Tabela 11 – Descritores de intensidade amostral associados a variáveis dendrométricas de <i>Tibouchina pulchra</i> em avaliação de 18 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC.	45

Tabela 12 – Modelos de crescimento: equações testadas visando melhor ajuste entre dados de DAP médio (cm) de <i>Tibouchina pulchra</i> (D) e idade (anos) de regeneração presumida (I) provenientes de 18 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC. (DAP \geq 5 cm).....	46
Tabela 13 - Modelos de crescimento: equações testadas visando melhor ajuste entre dados de Área Basal (m ² /ha) de <i>Tibouchina pulchra</i> (D) e idade (anos) de regeneração presumida (I) provenientes de 18 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC. (DAP \geq 5 cm).....	48
Tabela 14 - Modelos hipsométricos: equações testadas visando melhor ajuste entre dados de Altura total média (Ht) e DAP médio (D) de <i>Tibouchina pulchra</i> provenientes de 18 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC (DAP \geq 5 cm).....	50
Tabela 15 - Frequência e volumetria por classe diamétrica para 105 fustes cubados de <i>Tibouchina pulchra</i> em uma população em Joinville – SC.....	52
Tabela 16 - Modelos volumétricos: equações testadas visando melhor ajuste entre dados de Volume calculado (V) com Altura total média (Ht) e DAP médio (D) provenientes de cubagem de 105 fustes de <i>Tibouchina pulchra</i> (DAP \geq 5 cm) em população em Joinville – SC.	53
Tabela 17 - Modelos volumétricos: equações testadas visando melhor ajuste entre dados de Volume por hectare (V/ha) com Altura total média (Ht), DAP médio (D), Área Basal (G) ou densidade absoluta (N/ha) de <i>Tibouchina pulchra</i> (DAP \geq 5 cm) provenientes de 18 fragmentos em <i>Tibouchinietum</i> amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC.	57
Tabela 18 – Sortimento e volumetrias obtidas por classe diamétrica de fustes, obtidos em extração de 105 fustes de <i>Tibouchina pulchra</i> em um <i>Tibouchinietum</i> no município de Joinville – SC.....	70
Tabela 19 - Número médio de peças roliças passíveis de extração por fustes (DAP \geq 5 cm) de <i>Tibouchina pulchra</i> , segundo estágio sucessional do <i>Tibouchinietum</i> . Dados relativos a 18 parcelas nos municípios de Joinville e Garuva – SC.	74
Tabela 20 - Descritores demográficos, dendrométricos e fitossociológicos de quatro áreas de <i>Tibouchinietum</i> promovido em Garuva – SC (DAP \geq 5 cm)....	76
Tabela 21 - Índices fitossociológicos e de diversidade comparados entre áreas de <i>Tibouchinietum</i> naturalmente regenerados e promovidos, pré-exploração e depois de ao menos um ciclo de exploração, amostrados em fragmentos em estágio sucessional de arvoretas, nos municípios de Joinville e Garuva – SC. Foram incluídos apenas indivíduos com DAP \geq 5 cm.....	77

Tabela 22 - Índices populacionais e dendrométricos de indivíduos de *Tibouchina pulchra* comparados entre áreas de *Tibouchinietum* naturalmente regenerados e promovidos, pré-exploração e depois de ao menos um ciclo de exploração, amostrados em fragmentos em estágio sucessional de arvoretas, nos municípios de Joinville e Garuva – SC. (DAP \geq 5 cm).77

Tabela 23 - Proporção da área basal dos fustes de *Tibouchina pulchra* passíveis de extração de peças roliças, em relação à área basal total da comunidade. Compara-se áreas de *Tibouchinietum* naturalmente regeneradas e promovidas, essas pré-exploração ou depois de ao menos um ciclo de extração, localizadas em Joinville e Garuva – SC. (DAP \geq 5 cm)79

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	1
OBJETIVOS	2
1. OBJETIVO GERAL	2
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO.	3
1. <i>A Tibouchina pulchra</i>	3
2. ÁREA DE ESTUDO:	9
CAPÍTULO 2. ECOLOGIA E DINÂMICA DO <i>Tibouchinietum</i> .	11
1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAIS E MÉTODOS	14
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4. CONCLUSÃO	32
CAPÍTULO 3. MODELAGEM DO PADRÃO DE CRESCIMENTO DE <i>Tibouchina pulchra</i> .	33
1. INTRODUÇÃO	33
2. METODOLOGIA	34
2.1. DETERMINAÇÃO DE IDADE DO <i>Tibouchinietum</i>	34
2.2. AMOSTRAGEM E MÉTRICAS	38
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
3.1. DETERMINAÇÃO DA IDADE DO <i>Tibouchinietum</i>	41
3.2. AMOSTRAGEM	44
3.3. MÉTRICAS	45
4. CONCLUSÕES	59
CAPÍTULO 4. MANEJO DA <i>Tibouchina pulchra</i> .	61
1. INTRODUÇÃO	61
2. MATERIAIS E MÉTODOS	64
2.1. ESTUDO DE CASO: MANEJO ECOSISTÊMICO COM FINALIDADE DE PRODUÇÃO INICIAL DE <i>Tibouchina pulchra</i> .	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	66

3.1. ESTUDO DE CASO: MANEJO ECOSISTÊMICO COM FINALIDADE DE PRODUÇÃO INICIAL DE <i>Tibouchina pulchra</i> .	75
4. CONCLUSÃO	80
REFERÊNCIAS	81

APRESENTAÇÃO

O Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais da Universidade Federal de Santa Catarina (NPFT/UFSC) chegou a 30 anos de formação de pesquisadores e contribuições científicas nas áreas de manejo, conservação e mapeamento de diversidade genética de populações florestais nativas. Gerou, nesse período, significativo conhecimento sobre diversas espécies, com destaque para *Euterpe edulis*, *Araucaria angustifolia*, *Ilex paraguariensis*, *Mimosa scabrella*, *Miconia cinnamomifolia* e *Hieronima alchorneoides*.

Em 2008, o pensar em alternativas à produção sustentável madeireira a partir da floresta secundária da Mata Atlântica encontrou-se com relatos de produção de escoras para construção civil a partir de indivíduos jovens do jacatirão (*Tibouchina pulchra*) por agricultores familiares no município de Garuva-SC e em vários municípios do Vale do Ribeira-SP. Os relatos dão também conta de que as escoras produzidas da espécie teriam melhores características técnicas que as escoras produzidas de eucaliptos. Por isso mesmo, o produto encontraria preços melhores do que estas em mercados localizados.

Esse encontro despertou a hipótese da utilização de *Tibouchina pulchra* como primeira fonte de renda madeireira. A partir dessa hipótese, buscou-se investigar o seu potencial madeireiro e os processos ecológicos envolvidos.

Na vertente atlântica da Floresta Ombrófila Densa, do norte de Santa Catarina, ao norte paulista, *T. pulchra* participa de uma comunidade pioneira onde usualmente tem alta dominância. Essa formação é característica, sendo facilmente notada nas épocas em que as vistosas flores brancas e arroxeadas da espécie desabrocham. Klein (1980) explica que se trata de estágio sucessional do processo de restauração natural das florestas secundárias após cessarem as intervenções antrópicas, que resultaram na supressão da vegetação original, denominando-o de *Tibouchinietum*. Nesse processo, como pioneira dominante exerce importante papel de elevar rapidamente a altura da comunidade, verticalizando-a. Assim, introduz sombreamento parcial com suas copas ralas, alterando suficientemente o microclima para permitir maior diversidade de espécies se estabelecerem. A área ocupada por essa formação já foi muito superior em décadas passadas, tendo paulatinamente evoluído para estágios sucessionais mais avançados, que atualmente dominam as paisagens dessas regiões.

Desta sorte, dentre os processos ecológicos em que está envolvido, este estudo concentrou-se na dinâmica da estrutura do

Tibouchinietum e na diversidade de espécies ao longo de seu envelhecimento.

Para a produção madeireira, por haver indicativo de relatos de comercialização de escoras por pequenos agricultores e, focou-se em madeiras roliças desta categoria, mas também em lenha e varas, que regionalmente são chamadas de linhas.

Para estes estudos se constatou a necessidade de delineamento de modelos matemáticos que estimassem o padrão de desenvolvimento da espécie, assim para se ter um ferramental mais robusto se enveredou por este campo da ciência.

Assim, o presente trabalho apresenta os estudos realizados sobre a ecologia e a dinâmica sucessional da comunidade no *Tibouchinietum* (Capítulo 2), o padrão de desenvolvimento da espécie ao longo do tempo (Capítulo 3), e o potencial econômico do manejo da espécie avaliando o potencial de manejo (Capítulo 4).

OBJETIVOS

1. OBJETIVO GERAL

Compreender a ecologia e avaliar o potencial madeireiro de florestas secundárias dominadas por *Tibouchina pulchra* no litoral norte catarinense.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.1. Compreender o padrão ecológico na dinâmica de desenvolvimento de florestas secundárias dominadas por *Tibouchina pulchra*;

2.2. Descrever o padrão de crescimento de *Tibouchina pulchra* por meio de modelos matemáticos;

2.3. Avaliar o potencial e os impactos do manejo madeireiro de *Tibouchina pulchra*.

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO.

1. A *Tibouchina pulchra*

Tibouchina pulchra (Cham.) Cogn. é uma espécie pertencente à família Melastomataceae Juss., família pantropical com aproximadamente 166 gêneros e 4.200 a 4.500 spp., das quais cerca de dois terços encontram-se na América (Renner, 1993). A família é a sexta em diversidade de espécies no Brasil, sendo os gêneros *Leandra*, *Miconia* e *Tibouchina* os de maior significância (Simão, 2005). *Tibouchina* Cogn., com 240 a 350 spp. (Meyer, 2008), tem ocorrência natural neotropical, do México e Caribe até o Paraguai e norte da Argentina, sendo a maior concentração de espécies no sudeste brasileiro (Meyer, 2008; Simão, 2005; Peralta, 2002; Wurdack, 1962). Na região sul há gradiente crescente no número de espécies no sentido sul-norte (Meyer, 2008), sendo que a Floresta Ombrófila Densa abriga a maior diversidade (Meyer, 2008; Wurdack, 1962).

No Brasil, a *T. pulchra* ocorre naturalmente no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro (Silva & Affonso, 1990; Guimarães, 2010).

Tibouchina pulchra (Cham.) Cogn. está categorizada da seguinte maneira segundo APG II 2003:

Magnoliophyta

 Magnoliopsida

 Rosidae

 Myrtales

 Melastomataceae Juss

 Melastomeae Renner (1993)

Tibouchina Cogn. (1885)

Tibouchina pulchra (Cham.) Cogn. (1885)

Entre suas sinônimas, *Lasiandra pulchra* Cham. foi a denominação dada à primeira descrição da espécie, por Adelbertus de Chamisso ao Jornal Linnaea (Chamisso, 1835) (Figura 1), sendo posteriormente reclassificada para atual nomenclatura. Outras sinônimas heterotípicas são *Tibouchina petroniana* Cogn. e *T. saldanhaei* Cogn. (Guimarães, 2010).

LINNAEA.

Ein
Journal für die Botanik
in ihrem ganzen Umfange.

Herausgegeben

VON

D. F. L. von Schlechtendal,
der Med., Chirurg. u. Philos. Dr., ordentl. Prof. an der Universität zu Halle
und mehrere gelehrten Gesellschaften Mitglied.

Neunter Band. Jahrgang 1834.
Mit sieben Tafeln Abbildungen.

Halle a. d. S. 1835.

DE PLANTIS IN EXPEDITIONE SPECULATORIA ROMANZOFFIANA ET IN HERBARIIS REGIIS BEROLINENSIBUS OBSERVATIS

DICERE PERGIT

ADELBERTUS DE CHAMISSO.

MELASTOMACEAE AMERICANAE.

CONTINUATIO.

(v. supra p. 368—402.)

12. *Lasiandra pulchra* N. Fruticosa, erecta, ramosa; ex toto parum conspicue tenuiter strigosa, scabra; foliis petiolatis ex ovato oblongo - ellipticis utrinque acutis integerrimis quinquenerviis; floribus solitariis maximis; alabastro bracteis pluribus (8—10) concavis amplectentibus, exterioribus majoribus, munito; laciniis calycinis ovatis obtusis longitudine tubi; staminibus inaequilongis, filamentis styloque pilosis.

β. Ramis petiolis foliorumque nervis villosa - subhirsutis.

Brasilia. Sellow.

Figura 1 - Jornal Linnaea com a primeira descrição de *Tibouchina pulchra*.
Capa, abertura do capítulo e descrição.

São nomes vulgares da espécie: jacatirão (SC), jacatirão-de-flor, jacatirão-de-Joinville, manacá-da-serra (SP), jaguatirão e quaresmeira ou flor-de-quaresma.

*Tibouchina pulchra*¹ é arvoreta ou árvore com 6 a 12 m de altura e diâmetro à altura do peito (DAP) usual de 5 a 15 cm, contudo com indivíduos podendo chegar até 35 cm de DAP e 15 m de altura. O tronco é cilíndrico, com casca externa (ritidoma) lisa, pouco espessa e pardacenta a acinzentada. A casca interna (felogênio) é avermelhada, sendo fácil sua visualização através da raspagem do ritidoma. As folhas são oposto-cruzadas, simples com cinco nervuras basais. A corola é composta por grandes pétalas, de coloração branca na antese e posteriormente tornando-se rósea à púrpura, que conferem aspecto característico à espécie e às formações onde domina (Figura 2). O fruto é uma cápsula seca, deiscente e poricida (Meyer, 2008). As sementes são minúsculas, similares a grãos de areia, a olho nu, podendo chegar a 3.300 unidades por grama (Lorenzi, 2000).

T. pulchra tem semelhança morfológica com *T. sellowiana* e *T. mutabilis*. Contudo, Meyer (2008), Sobral *et al.* (1997; 2006) e Silva & Affonso (2005) distinguem-na de *T. sellowiana* pela presença de três nervuras basais nas folhas. No entanto, o primeiro autor alerta que no ecótono Floresta Ombrófila Densa e Mista, pode haver hibridação entre as espécies, pois os indivíduos apresentam características intermediárias. Silva & Affonso (2005) e Chiea (1990) acreditam que *T. pulchra* e *T. mutabilis* são apenas variedades de uma mesma espécie, pois suas diferenças são muito tênues. Assim como esses autores, Romero (1993) as diferencia pela “presença de indumento densamente hirsuto nos ramos e o ápice do filete esparsamente viloso em *T. mutabilis*”. Apesar de haver referências (Lorenzi, 2000; Simão, 2005) indicando a ocorrência de *T. mutabilis* em Santa Catarina, o posicionamento oficial do Jardim Botânico do Rio de Janeiro restringe sua ocorrência ao sudeste brasileiro (Guimarães, 2010).

Quanto à fenologia, Talora & Morellato (2000) citam que *T. pulchra*, no litoral paulista, tem dois períodos de floração: de julho a setembro e de dezembro a maio, com frutificação o ano todo e dispersão anemocórica. Na planície litorânea de Santa Catarina, verifica-se sua floração em alta densidade da segunda quinzena de novembro à primeira quinzena de fevereiro, período similar citado por Lorenzi (2000) para *Tibouchina mutabilis*². Para o autor, o amadurecimento dos frutos ocorre entre fevereiro e março.

¹ As características botânicas de *T. pulchra* foram extraídas de Meyer (2008) e Silva & Affonso (2005), acrescidas de aspectos dendrológicos observados de campo.

² Lorenzi (2000) se refere à *Tibouchina mutabilis* com ocorrência até o Estado de Santa Catarina, posicionamento contrário a Guimarães (2010), assim se está admitindo tratar de *Tibouchina pulchra*.



Figura 2 - Aspectos de *Tibouchina pulchra*: a) Tronco cilíndrico com ritidoma pardo-acinzentado, liso e pouco espesso; b) Arquitetura oposto-cruzada com folhas simples e pentanervadas; c) Inflorescência com corolas vistosas com coloração predominante rósea; d) comunidade com alta dominância de *Tibouchina Pulchra*.

A alteração da coloração das flores, de branca no 1º dia para rósea a roxa nos demais, está relacionada com sua cooperação com abelhas que a polinizam de forma vibrátil (Silva *et al.*, 2005). Como a oferta de pólen – única recompensa disponibilizada pelas flores – se reduz significativamente a partir do terceiro dia após a ântese (Hoffmann & Varassin, 2011), a sinalização cromática otimiza o trabalho dos polinizadores (Silva *et al.*, 2005), ainda que a flor fique fértil até o nono dia (Silva, 2006). Não realiza apomixia nem autofecundação espontânea apesar de autocompatível (hercogâmica), sendo, então, sua polinização

preferencialmente cruzada e obrigatoriamente por abelhas, a distinção cromática permite sinalização a grandes distâncias (Silva, 2006).

O processo de amadurecimento dos frutos para a deiscência das sementes consiste na sua substancial desidratação até a abertura das cápsulas e alteração de sua coloração, de esverdeado para pardo-escuro (Santos & Santos, 2007). Os autores relacionam o menor teor de água dos frutos com a maior viabilidade das sementes coletadas aos 67 dias após a antese.

Vários estudos foram realizados para o aperfeiçoamento de técnicas de coleta de sementes e reprodução em viveiro. Zaia & Takaki (1998) demonstraram a baixa porcentagem de sementes viáveis: cerca de 30%. Já Rodrigues (2006) demonstra que essa porcentagem pode aumentar para 70% em temperaturas mais elevadas (30°C). Técnicas alternativas para a reprodução da espécie foram tentadas, como a peletização de sementes, visando à semeadura aérea (Pradella, 1989), e o enraizamento de estacas caulinares induzido com fito-hormônios (Bortolini 2009; Knapik et al. 2003), sem resultado que permitisse aplicação comercial.

As sementes são fotoblásticas positivas, ou seja, apresentam forte dependência de luz branca ou vermelha para germinarem, não o fazendo no escuro ou à luz vermelho-extremo – luzes relacionadas à insolação encontradas em: clareira (luz direta) ou interior de floresta (luz difusa), respectivamente (Zaia & Takaki, 1998). Esses autores ainda demonstram que a viabilidade das sementes é mantida após um ano de armazenamento, correlacionando os dois fatos à síndrome das espécies pioneiras.

Enquanto espécie pioneira, conforme classificação em grupos ecológicos (Budowski 1965; Whitmore, 1990), suas características são bem marcantes: rápido crescimento em altura com pouco investimento em volume; forma população com alta densidade, equiânea e curto ciclo de vida (Siminski, 2009); estratégia de reprodução baseada em floração abundante de polinização por insetos pequenos (Silva, 2006); alta produção de sementes pequenas que mantêm viabilidade por longos períodos e germinam apenas em ambientes heliófilos (Zaia & Takaki, 1998), sendo dispersas pelo vento (Talora & Morellato, 2000).

Como espécie colonizadora de grandes clareiras, é usual encontrar na Floresta Ombrófila Densa da Mata Atlântica formações secundárias dominadas por *Tibouchina pulchra* (Klein, 1980; Mazzoni-Viveiros & Trufem, 2004; Moraes, 2004; Rodrigues et al., 2010). Normalmente, ocorrem em pequenas manchas com esta espécie em idade relativamente homogênea, por colonizarem simultaneamente áreas

de pastagem ou agricultura abandonadas. Siminski (2009) mostrou que *T. pulchra* domina formações florestais entre 8 e 25 anos após o abandono da área, a partir de então entra em senescência. São comuns estudos citando ser seu Valor de Importância (VI) entre 19 e 59%, os maiores em vegetações secundárias encontradas em áreas próximas ao litoral paulista e catarinense (Rodrigues 2006; Leitão Filho 1993; Mazzoni-Viveiros & Trufem 2004; Siminski 2009; Dickow 2010).

Apesar da alta dominância, frequência e densidade relativas, as indicações para uso da espécie para obtenção de produtos normalmente são poucas. Os principais usos relatados na literatura são: paisagismo e arborização urbana, recuperação de áreas degradadas e restauração ecossistêmica, e bioindicador de contaminação por poluentes (Lorenzi, 2000; Reitz *et al.*, 1978; Mazzoni-Viveiros & Trufem 2004). Quanto à utilização madeireira, Petean *et al.* (2011) atribuem bom potencial ao uso como madeira roliça, de forma temporária ou rústica, como escoras, moirões e vigamento, ou como lenha para energia. Os autores ressaltam ainda sua suscetibilidade ao ataque por insetos xilófagos, que juntamente com a característica da espécie de não atingir grandes diâmetros, não se torna recomendável seu emprego para serraria de taboados, como já alertado por Reitz *et al.* (1978).

Não se encontrou referência a sua massa específica, contudo *Tibouchina granulosa* (quaresmeira) teve este parâmetro calculado para sua galhada em 0,787 g/cm³ (Meira, 2010), sendo considerada como médio-alta densidade. Essa massa específica sugere potencial para uso na produção de carvão vegetal e lenha.

Em estudo de crescimento da espécie em Salto Morado-PR, Mochinski (2004) avaliou por quatro anos seguidos um trecho de 7 ha de Floresta Ombrófila Densa dominada por *T. pulchra* e *Myrsine coreacea* com 12 anos desde o abandono de pastagem, o uso da terra anterior. A partir dos dados obtidos (Tabela 1), concluiu que o incremento em altura diminui conforme o avanço da idade e aumento da densidade populacional. Por outro lado, o incremento da área transversal do tronco (área basal individual) se mostrou constante entre os 12 e 16 anos, sugerindo ainda haver disponibilidade de espaço dentro das densidades encontradas, uma vez que não havia fechamento de dossel e estratificação vertical.

Tabela 1 - Desenvolvimento médio dos indivíduos e da população de *Tibouchina pulchra* entre os anos de 1999 e 2002. (Fonte: Mocochinski, 2004)

Ano	Altura	Área		ΔH	ΔAT	Densidade (ind*ha ⁻¹)	Dominância (m ² *ha ⁻¹)
		Transversal					
1999	6,23	0,0045				347	0,86
2000	7,43	0,0061	1,62	0,0022		395	1,31
2001	8,1	0,0082	1	0,003		416	1,97
2002	8,9	0,011	0,97	0,0029		432	2,52

2. ÁREA DE ESTUDO:

O trabalho foi realizado na região nordeste catarinense, área da Floresta Ombrófila Densa do bioma Mata Atlântica, onde há grande ocorrência de formações secundárias dominadas por *Tibouchina pulchra*, especialmente nos municípios mais próximos ao litoral. Foram avaliadas 18 áreas de *Tibouchinietaum* nos municípios de Joinville e Garuva (Figura 3).

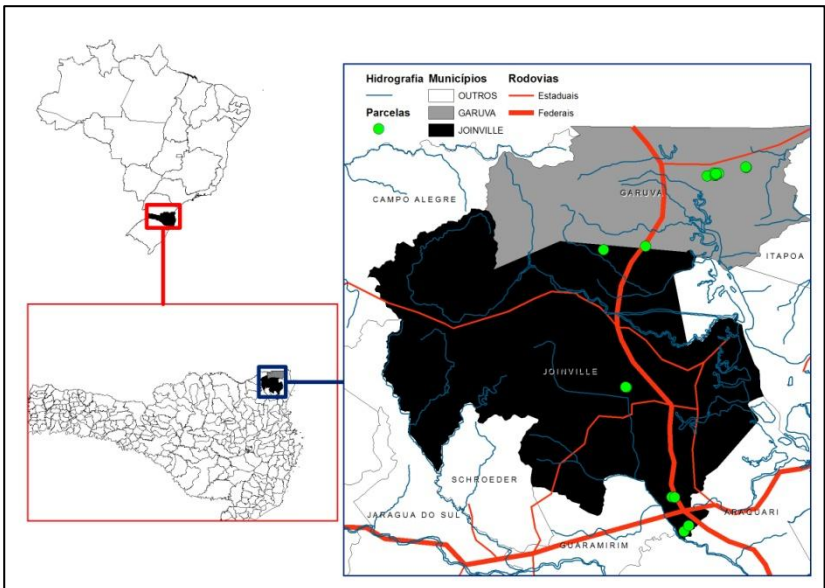


Figura 3 - Localização da área de estudo e das 18 áreas de *Tibouchinietaum* avaliadas nos municípios de Joinville e Garuva-SC.

Esses municípios têm três padrões geomorfológicos: a) os contrafortes da Serra do Mar com grande declividade; b) as planícies

resultantes de processos aluvionais, com morros isolados e onde ocorrem os assentamentos humanos urbanos e rurais; c) as planícies deposicionais costeiras com grande presença de manguezais (IPPUJ, 2011). Todas as formações avaliadas encontram-se nas planícies aluvionais.

O clima predominante na região, segundo a classificação de Köppen, é “*mesotérmico, úmido, sem estação seca*”, com umidade relativa média anual do ar de 76% e precipitação média anual de 2.156 mm, com temperatura média anual de 22,7°C, média das máximas de 27,2 °C e média das mínimas de 19,0 °C. Dados utilizados pelo IPPUJ (2011) entre 2000 e 2009 na cidade de Joinvile.

CAPÍTULO 2. ECOLOGIA E DINÂMICA DO *Tibouchinietum*.

1. INTRODUÇÃO

O bioma brasileiro Mata Atlântica é o conjunto de cinco tipos de formações florestais: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual; e ecossistemas associados: manguezais, restingas, campos de altitude, ilhas litorâneas, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste. Situados ao longo da costa atlântica, do Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte, abrange integralmente três unidades da federação e parcialmente outras 12 (doze) (IBGE, 2004). Santa Catarina está integralmente inserida neste bioma, onde três ecossistemas são encontrados: 1) Floresta Ombrófila Densa, ao longo do litoral até as encostas da serra; 2) Floresta Ombrófila Mista, com a presença marcante de *Araucaria angustifolia* e ocorrência nos Planaltos; e 3) Floresta Estacional Decidual, na região Oeste com presença marcante de espécies caducifólias (Klein, 1978).

A Floresta Ombrófila Densa se caracteriza por apresentar dossel com uniformidade no colorido, na forma das copas e na altura, além de sofrer poucas variações sazonais (Klein 1980). Reis *et al.* (1993) ressalta sua grande biodiversidade, que abriga 83% das espécies arbóreas constatadas em Santa Catarina.

O Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (2010) registrou 36,8% de cobertura florestal para o estado, dos quais 95% são florestas secundárias. Entre as três tipologias que ocorrem no Estado, a Floresta Ombrófila Densa é a mais bem conservada: ocupa 54% da sua abrangência original e tem a maior porção de floresta primária. Para Brown e Lugo (1990), florestas secundárias são aquelas formadas após ação antrópica sobre a cobertura florestal. Na Resolução nº 04, de 4 de maio de 1994, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) considera para Santa Catarina:

“Vegetação secundária ou em regeneração é aquela resultante dos processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes da vegetação primária.”

Na floresta secundária ocorre intensa dinâmica alterando sua estrutura, fisionomia e composição florística no espaço e tempo, originando grande diversidade de conformações florestais (Gómes-Pompa, 1971). Budowski (1966) divide essas formações em: a) secundárias jovens, com até 20 anos de idade e b) secundárias tardias, entre 25 e 100 anos. Já Klein (1980) divide as formações secundárias da Floresta Ombrófila Densa em quatro fases sendo elas:

- **Capoeirinha**, caracterizada pelo ingresso de arbustivas principalmente da família das compostas (Asteraceae), usualmente a partir do quinto ano de abandono, podendo durar até o décimo ano. Seu sombreamento é irregular, descontínuo e ralo.

- **Capoeira**, onde passam a predominar arvoretas, usualmente com poucas espécies, destacam-se formações dominadas por *Myrcine coriacea* (*Myrsinientum*) e *Tibouchina pulchra* (*Tibouchinietum*). Fornecem sombreamento desuniforme e ralo.

- **Capoeirão**, com árvores de 10 a 15 m e de ciclo de vida intermediária, a dominância pode estar dividida entre algumas espécies, porém são comuns formações com predominância de *Miconia cinnamomifolia* (*Miconietum*). Com sombreamento uniforme, favorece o desenvolvimento de mudas de espécies esciófila e variedade de epífitas e as lianas.

- **Mata Secundária**, dominada por árvores que podem chegar a 25 m de altura e ciclo de vida longo, como *Alchornea triplinervia* (tanheiro) e *Hieronyma alchorneoides* (licurana), se assemelhando a cobertura da floresta primária permite o desenvolvimento de lianas lenhosas, epífitas de grande porte e há estratificação vertical.

O modo como essas florestas secundárias se desenvolvem está relacionado com o seu sítio, histórico de uso do solo e/ou intervenções, sendo os mecanismos envolvidos complexos (Brown & Lugo, 1990). Um dos processos mais recorrentes nas florestas secundárias do bioma Mata Atlântica é a fragmentação. Quando uma área de floresta é fragmentada as manchas remanescentes ou fragmentos experimentam mudanças nas condições microclimáticas (Camargo & Kapos, 1995) e na composição florística (Laurence *et al.*, 1998). O manejo da paisagem afeta: A estrutura da borda do fragmento, devido à mortalidade de plantas (Didham & Lawton, 1999); A eliminação do banco de sementes (Fearnside, 1990) e mudanças estruturais no solo e dominância de certas espécies (Didham & Lawton, 1999). De forma geral as florestas secundárias apresentam: alto incremento de biomassa e densidade populacional no início da sucessão e decrescendo conforme se avança na

sucessão; competição intensa por espaço e insolação, refletindo-se em alta tortuosidade e mortalidade de indivíduos; composição florística, estrutura e inter-relações entre espécies inicialmente simples nas populações jovens, alterando-se e tornando-se mais complexas com seu desenvolvimento e idade; espécies arbóreas de madeira nobre de alto valor econômico não ocorrem no início da sucessão (Lamprecht, 1990).

Brown & Lugo (1990) destacam que, na fase inicial de desenvolvimento das florestas secundárias, a biomassa gerada no desenvolvimento de mudas supera aquela envolvida no desenvolvimento de fustes. Esta dinâmica dependerá de diversos fatores relacionados ao desenho dos fragmentos florestais na paisagem tais como: tamanho, forma e disposição.

A fragmentação de sistemas florestais estabelece bordas abruptas expostas a ambientes abertos o que induz a transformações severas nas condições microclimáticas a até centenas de metros para o interior da floresta gerando maior insolação, exposição ao vento e dessecação (Lovejoy, 1984; Kapos, 1989; Laurence, 1991). A quantidade e a qualidade da insolação é um dos elementos que mais restringe o desenvolvimento e a permanência de indivíduos e espécies no sistema. Inicialmente, a alta luminosidade e as restrições hídricas estabelecem um padrão de desenvolvimento irregular de espécies pioneiras, que rapidamente estabelecem uma cobertura com dossel ralo e irregular. Esse microclima com níveis intermediários de luz permite o estabelecimento de plantas que ainda são bastante tolerantes a alta de incidência de luz (Nicotra *et al.*, 1999).

Ao mesmo tempo a competição por luminosidade e espaço tem influência direta sobre a arquitetura dos indivíduos, resultado do seu histórico de busca por iluminação. Assim locais onde a competição ocorre entre espécies com hábitos muito distintos a tortuosidade dos fustes é mais expressiva. Outro efeito dessa competição é a expressiva mortalidade de indivíduos e órgãos vegetativos, com abertura de clareiras e contribuindo sobre maneira com a ciclagem de nutrientes e armazenamento de carbono no solo (Brown e Lugo, 1990).

A abertura de clareiras permite o estabelecimento de novas mudas pioneiras heliófilas e/ou o ingresso de indivíduos juvenis ao dossel da floresta. O tamanho da clareira tem grande influência nas espécies que participaram deste processo, enquanto pioneiras são favorecidas por clareiras grandes, espécies climáticas, que germinam e têm seu desenvolvimento inicial em situação de sombreamento, aproveitam clareiras pequenas para serem recrutadas (Swaine & Whitmore, 1988).

Como os indivíduos arbóreos serão responsáveis pelo incremento em altura e estratos verticais, o potencial regenerativo de uma formação secundária pode ser avaliado por meio do entendimento da composição, estrutura e diversidade de suas mudas e indivíduos juvenis (Guariguata *et al.*, 1997).

Assim, este estudo teve por objetivo compreender o padrão ecológico na dinâmica de desenvolvimento de florestas secundárias dominadas por *Tibouchina pulchra*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliar o desenvolvimento de florestas secundárias dominadas por *Tibouchina pulchra*, foram amostradas 14 trechos de fragmentos com essa característica. Somente utilizaram-se locais em que não havia histórico de manejo voltado à produção madeireira ou promoção de espécies, ainda que se identificassem outras formas de utilização ou manejo, de intensidade baixa ou moderada, tais como pastagem ou extração de lenha ou caibros eventuais. Esses fragmentos estavam distribuídos em 10 propriedades rurais localizadas nos municípios de Joinville e Garuva. Para isso, na região de estudo, foram realizadas quatro incursões, entre setembro de 2010 e maio de 2011.

Para a identificação visual dos *Tibouchinietum* foi realizado inicialmente um treinamento de interpretação da paisagem que levou em consideração dois atributos: fitofisionomia do *Tibouchinietum* e fitofisionomia dos fragmentos florestais adjacentes. Partindo da compreensão que na fitofisionomia do *Tibouchinietum* predominam as arvoretas de *Tibouchina pulchra*, com suas copas ralas e verde-claras, que conferem a esse ambiente um aspecto por vezes aberto e com relativa homogeneidade de espécies, cor e arquitetura. Ainda, durante os meses de novembro a fevereiro, o denso colorido arroxeadado e branco de suas flores é indicação inequívoca de tal ambiente. Por outro lado, a fitofisionomia predominante dos demais fragmentos florestais da região, que é regida pelo elemento arbóreo, com relativa diversidade de espécies e formas de copas frondosas, conferindo assim aspecto heterogêneo e denso aos fragmentos.

Essa identificação foi realizada por meio da visualização direta dos fragmentos a partir de rodovias e pontos elevados ou indicação de moradores. Dessa forma, locais de mais fácil visualização, próximos às vias principais de acesso, de grandes proporções, em elevações, próximos a mirantes, bem como de maior conhecimento da população local, tiveram maior probabilidade de serem amostrados.

Buscando amostrar formações ao longo de todas as fases de desenvolvimento do *Tibouchinietum*, procurou-se manter a proporção entre parcelas inseridas em cada estágio de seu desenvolvimento. Para isso e para posterior comparação entre elas, utilizou-se método descrito em Siminski (2009), no qual os estágios são classificados segundo suas características fitofisionômicas (Figura 4), das quais avaliou os estágios: a) arbustivo; b) arvoretas; ou c) arbóreo-pioneiro. O autor faz um paralelo desses estágios, àqueles descritos por Klein (1980) como capoeirinha, capoeira e capoeirão, respectivamente.

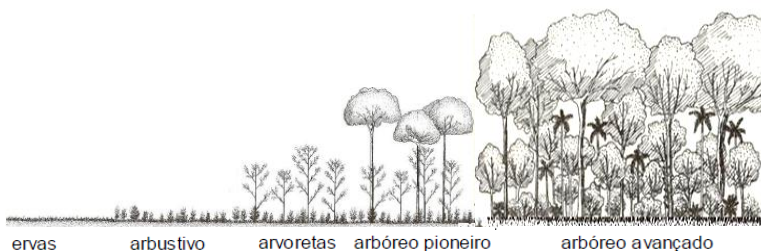


Figura 4 - Sequência esquemática de desenvolvimento dos estágios sucessionais da vegetação.

A Tabela 2 traz um resumo da situação dos estágios de desenvolvimento e as condições de manejo dos fragmentos amostrados, enquanto a demonstrar a situação geográfica, a declividade e a pedologia e a condição de drenagem no trecho onde se instalou parcela.

Tabela 2 - Estágio fitofisionômicos e condição de manejo de 14 fragmentos em *Tibouchinietum* amostrados nos municípios de Joinville e Garuva - SC

Parcela	Estágio	Condição de manejo
4	Arbustivo	Roça abandonada
5	Arbustivo	Roça abandonada
11	Arbustivo	Nenhuma atividade
13	Arbustivo	Capoeira com abacaxis
17	Arbustivo	Pastagem abandonada + leira de eucaliptos
3	Arvoretas	Nenhuma atividade
7	Arvoretas	Pouca extração de lenha
8	Arvoretas	Pastagem ocasional (invernada)
15	Arvoretas	Nenhuma atividade
6	Arbóreo	Nenhuma atividade
9	Arbóreo	Nenhuma atividade
10	Arbóreo	Nenhuma atividade
12	Arbóreo	Nenhuma atividade
14	Arbóreo	Pouca extração de lenha

Tabela 3 – Descrição da situação geográfica, declividade, pedologia e drenagem de trechos de 14 fragmentos em *Tibouchinietum* onde se instalou unidades amostrais.

Parcela	Município	Situação geográfica	Declividade	Tipo de solo¹	Drenagem
3	Joinville	Meia encosta	Ondulada	Podzólico Vermelho Amarelo - P/Va 17	Moderada
4	Garuva	Meia encosta	Forte ondulada	Cambissolo - Ca 5	Moderada
5	Garuva	Meia encosta	Forte ondulada	Cambissolo - Ca 5	Moderada
6	Joinville	Meia encosta	Ondulada	Podzólico Vermelho Amarelo - P/Va 17	Moderada
7	Garuva	Piemonte	Suave Ondulada	Cambissolo - Ca 5	Moderada
8	Garuva	Planície	Suave Ondulada	Cambissolo - Ca 4	Fraca
9	Garuva	Planície	Plana	Solos Aluviais - Aa 2	Mal drenado
10	Joinville	Topo de morro	Ondulada	Podzólico Vermelho Amarelo - P/Va 17	Moderada
11	Joinville	Planície	Suave Ondulada	Podzólico Vermelho Amarelo - P/Va 17	Moderada
12	Joinville	Piemonte	Suave Ondulada	Podzólico Vermelho Amarelo - P/Va 17	Moderada
13	Joinville	Piemonte	Suave Ondulada	Podzólico Vermelho Amarelo - P/Va 2	Moderada
14	Joinville	Topo de morro	Suave Ondulada	Podzólico Vermelho Amarelo - P/Va 17	Moderada
15	Joinville	Piemonte	Suave Ondulada	Podzólico Vermelho Amarelo - P/Va 17	Moderada
17	Garuva	Planície	Plana	Cambissolo - Ca 4	Moderada

¹ Tipos de solo segundo mapa de solos do Estado de Santa Catarina (EMBRAPA Solos, 2004)

Amostragem foi realizada pelo método da área fixa (Péllico Netto, 1997), com unidades amostrais principais (parcelas) de 200 metros quadrados (10 x 20 m), com o maior lado, posicionado no sentido norte-sul. Duas subunidades (subparcelas) totalizando 30 metros quadrados (1,5 x 10 m cada uma) foram inseridas, sendo uma na extremidade norte e outra ao centro da unidade principal (Figura 5). Escolheu-se o formato retangular pelas facilidades associadas à sua instalação e cálculos. Péllico Netto (1997) demonstra que para um mesmo erro amostral, alterações no tamanho da unidade amostral são compensadas pelo número de unidades, de forma a manter a área total amostrada. Siminski (2009) demonstrou que os inventários florestais de fragmentos secundários realizados de forma comercial no Estado têm majoritariamente essa dimensão e formato, podendo ser utilizado como boa referência.

As unidades amostrais foram instaladas a distâncias superiores a 30 metros das margens dos fragmentos para evitar efeito de borda, assim apenas selecionaram-se locais com área suficiente para a parcela e essa bordadura.

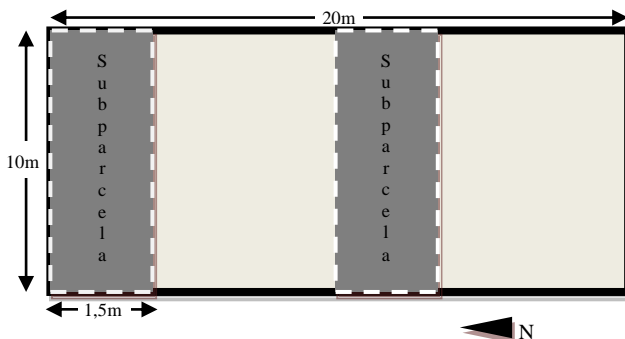


Figura 5 – Modelo de unidade amostral utilizada no inventário florestal. Parcela principal de 200 m² (10 x 20 m) para tomada de dados de indivíduos maiores que 1,3 m de altura. Duas subparcelas de 150 m² cada (10 x 1,5 m) para indivíduos menores que 1,3 m.

A parcela principal destinou-se à avaliação dos indivíduos com altura total superior a 1,3 m, sendo coletados: a) Diâmetro a Altura do Peito (DAP), com utilização de suta; b) altura total (ht), utilizando-se régua métrica com 1,5 m de comprimento para os indivíduos até 3 m de altura ou hipsômetro digital da marca Vertex para as maiores. Nas subparcelas, amostrou-se a regeneração, sendo tomadas as alturas totais

dos indivíduos com menos de 1,3 m, utilizando-se a mesma régua métrica.

A Tabela 2 traz um resumo da situação dos estágios de desenvolvimento e as condições de manejo ou uso dos fragmentos amostrados, enquanto a Tabela 3 demonstra a situação geográfica, a declividade a pedologia e a condição de drenagem do trecho desses fragmentos onde se instalou parcela.

Os indivíduos, cuja classe taxonômica era inequívoca através de identificação dendrológica, foram referenciados por sua espécie. Os demais foram coletados, de preferência incluindo seu material reprodutivo (flores e/ou frutos) e confeccionadas exsicatas. Para a determinação das exsicatas em laboratório foi utilizada literatura especializada (Reitz, 1965-1989; Reis, 1989-2007; Sobral & Jarenkow 2006; Marchiori & Sobral, 1997; Giehl, 2010-2011). Procurou-se referenciar os taxons segundo o sistema do Angiosperm Phylogeny Group - APG II (2003) (JBRJ, 2011)³. Posteriormente, destinou-se as exsicatas à coleção do NPFT.

Avaliou-se a demografia, estratificando informações, segundo suas idades, para a população de *Tibouchina pulchra* e outras espécies da comunidade, bem como para as classes de tamanho: a) altura total inferior a 1,3 m (regenerantes ou mudas), b) altura total acima de 1,3 m e DAP inferior a 5 cm (varinhas ou jovens); c) altura total acima de 1,3 m e DAP acima de 5 cm (arborescentes ou adultas).

Para a terceira classe de tamanho foi feita uma análise sobre os índices dendrométricos densidade absoluta (N/ha), DAP médio (DAP), Altura média (Ht), Área Basal por hectare (G/ha). Em seguida, as parcelas foram agrupadas segundo estágio sucessional, para avaliar os índices fitossociológicos: densidade absoluta e Área Basal por hectare, através de análise de variância e teste tuckey de separação de médias ($\alpha=0,05$), utilizando-se o *software* Action 1.1. Em seguida, para o mesmo agrupamento analisou-se, para as classes DAP > 5 cm e DAP < 5 cm, os indicadores: riqueza de espécies e de famílias, número de espécies dominantes (número de espécies para atingir ao menos 50% do Valor de Importância – VI) (Finegan, 1996), de diversidade Shannon-Winner (H') e de equitabilidade de Pielou (J'), por meio do *software* Mata Nativa 3. Foi enfatizada nestes valores a participação da espécie *Tibouchina pulchra*.

³ Os termos foram conferidos à Lista de Espécies da Flora do Brasil, disponível na página eletrônica do Jardim Botânico do Rio de Janeiro <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/>>.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sítios avaliados

Na Tabela 2, pôde-se observar que em 50% dos fragmentos (parcelas 3, 6, 9, 10, 11, 12 e 15) não se detectou qualquer atividade de extração ou utilização. A estes se poderiam somar as duas roças abandonadas (parcelas 4 e 5) que apesar de ser exatamente um fragmento florestal, também não se percebeu manejo no período recente de regeneração, ainda que permaneça nítido o plantio sem sucesso de bananeiras antes deste período. Também a parcela 17, não apresentou qualquer intervenção recente, uma vez que era separada por cerca do restante da pastagem. Assim, se somariam 10 áreas (71%) sem quaisquer intervenções perceptíveis durante o período de regeneração, ou seja, sem intervenções perceptíveis. Os dois (14%) fragmentos onde se percebeu extração ocasional de lenha ficam próximos a conjunto de residências em área rural. Nesses fragmentos, com intervenção baixa, buscou-se instalar parcela afastada das trilhas. Das demais áreas, a parcela 13, aquela que tem consorcio com abacaxis apresentava trilhas por todo fragmento, contudo o proprietário informou ter abandonado a área há alguns anos e realmente não se notou roçadas ou desbastes, servindo para caracterizar o início do processo sucessional. Já o fragmento da parcela 8, ainda que com a densidade das copas aparentemente normal, tinha sub-bosque nitidamente raleado pelo pastoreio, sendo essa a parcela que se utilizou com maior nível de intervenção percebido.

Como se verificou na Tabela 3, as parcelas foram instaladas em áreas com declividade plana a forte ondulado. A maioria (86%) em locais com solos de drenagem moderada e nunca em locais paludosos, ainda que por vezes em planícies sedimentares aluviais de baixa altitude absoluta e lençol freático não muito profundo e drenagem fraca ou insuficiente. Não se verificou *Tibouchinietum* em proximidade aos grandes rios da região, ressaltando a característica de floresta de encostas.

Estrutura populacional

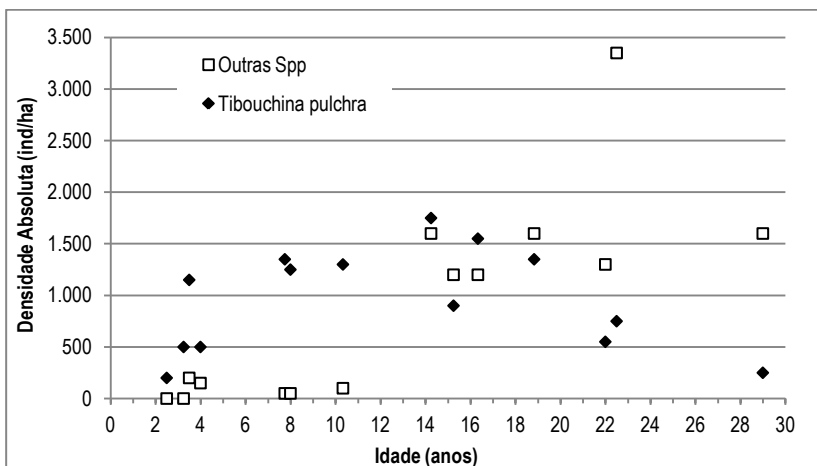
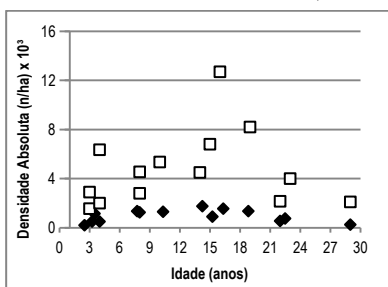
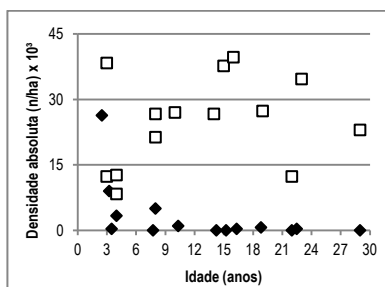
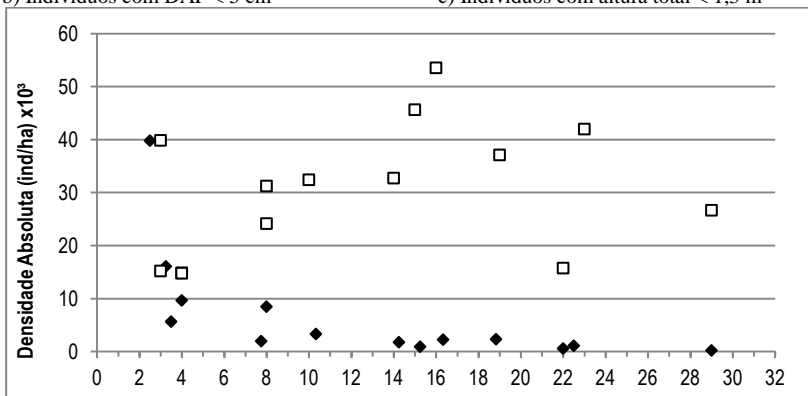
A Figura 6 apresenta a estrutura populacional dos fragmentos avaliados estratificada pelas classes de tamanho (porte). Nessa figura as áreas os valores de abundância referentes a toda comunidade e apenas população de *T. pulchra* foram distribuídos segundo suas idades

(estimadas no Capítulo 3.2.1). A Figura 6 ainda representa a participação da espécie no quantitativo populacional por tempo de regeneração (idade) do fragmento. A Figura 6 foi construída com base na Tabela 4, que é apresentada previamente.

Tabela 4 – Estrutura demográfica das comunidades com destaque à população *Tibouchina pulchra* de 14 fragmentos em *Tibouchinietum* avaliados nos municípios de Joinville e Garuva - SC.

Parcela	Estágio	Idade (anos)		Densidade Absoluta (Ind/ha)			
				DAP≥5cm	DAP<5cm	Ht<1,3m	Total
17 ¹	Arbustivo	3	Comunidade	450 (200)	16.200	38.667	55.317 (55.067)
			<i>Tibouchina pulchra</i>	200	13.300	26.333	39.836
5	Arbustivo	3	Comunidade	500	8.150	47.333	55.986
			<i>Tibouchina pulchra</i>	500	6.600	9.000	16.103
13	Arbustivo	4	Comunidade	1.350	10.550	8.667	20.571
			<i>Tibouchina pulchra</i>	1.150	4.200	333	5.687
4	Arbustivo	4	Comunidade	650	7.850	16.000	24.504
			<i>Tibouchina pulchra</i>	500	5.850	3.333	9.687
7	Arvoretas	8	Comunidade	1.400	3.450	21.333	26.191
			<i>Tibouchina pulchra</i>	1.350	650	0	2.008
11	Arbustivo	8	Comunidade	1.300	6.800	31.667	39.775
			<i>Tibouchina pulchra</i>	1.200	2.250	5.000	8.458
8	Arvoretas	10	Comunidade	1.400	6.400	28.000	35.810
			<i>Tibouchina pulchra</i>	1.300	1.050	1.000	3.360
3	Arvoretas	14	Comunidade	3.350	4.550	26.667	34.581
			<i>Tibouchina pulchra</i>	1.750	50	0	1.814
15	Arvoretas	15	Comunidade	2.100	6.850	37.667	46.632
			<i>Tibouchina pulchra</i>	900	50	0	965
9	Arbóreo	16	Comunidade	2.750	13.100	40.000	55.866
			<i>Tibouchina pulchra</i>	1.550	400	333	2.299
14	Arbóreo	19	Comunidade	2.950	8.550	28.000	39.519
			<i>Tibouchina pulchra</i>	1.350	350	667	2.386
10	Arbóreo	22	Comunidade	1.850	2.200	12.333	16.405
			<i>Tibouchina pulchra</i>	550	50	0	622
12	Arbóreo	23	Comunidade	4.100	4.050	35.000	43.173
			<i>Tibouchina pulchra</i>	750	50	333	1.156
6	Arbóreo	29	Comunidade	1.850	2.100	23.000	26.979
			<i>Tibouchina pulchra</i>	250	0	0	279

¹ A parcela 17 incluiu 5 eucaliptos adultos, em parênteses valores excluindo-os.

a) Indivíduos com DAP ≥ 5 cm.b) Indivíduos com DAP < 5 cmc) Indivíduos com altura total $< 1,3$ m

d) Todos os indivíduos

Figura 6 - Estrutura demográfica comparada de *T. pulchra* e o restante da comunidade por meio de dispersão de densidades por idade de regeneração de 14 fragmentos em *Tibouchinietum* nos municípios Joinville e Garuva - SC.

Pode-se notar, tanto na Tabela 4 quanto na Figura 6, que a participação dos indivíduos de *T. pulchra* com $DAP \geq 5$ cm pode chegar a representar a totalidade das ocorrências na fase inicial, e diminuem posteriormente. Essa tendência é visível também quando se consideram todos os indivíduos com DAP inferior a 5 cm e os regenerantes, contudo os valores máximos de abundância ocorrem mais precocemente e a redução é mais marcante.

Na Tabela 4, dados referentes às densidades de indivíduos de *Tibouchina pulchra* sugerem de forma geral uma migração gradual da maior abundância de indivíduos da menor classe para a maior classe com o envelhecimento do fragmento. Isso ocorre em parte porque os indivíduos regenerantes ($Ht < 1,3$ m) têm o maior número de indivíduos logo no início do processo de regeneração e um forte decréscimo nas idades seguintes, enquanto na classe de maior porte atinge-se um ponto máximo por volta dos 14 anos e em seguida tende a uma diminuição. Ou seja, a espécie germina e estabelece as mudas no início do processo de regeneração, encontrando dificuldade de fazê-lo posteriormente; também desenvolve porte rapidamente migrando para as classes intermédia e superior, e possivelmente iniciando um processo de mortalidade de indivíduos a partir daquela idade (14 anos).

Tendências similares não são observadas ao se analisar estas variáveis para toda a comunidade (Tabela 4 e Figura 6). De fato, verifica-se uma razoável flutuação no número de regenerantes totais, mas sem uma tendência relacionada à idade.

Para melhor compreender esse processo, na Figura 7 os dados demográficos por classe de tamanho de *Tibouchina pulchra* foram agrupados segundo classes de idade dos fragmentos. Realizou-se o mesmo para as demais espécies encontradas nos fragmentos (Figura 8).

Pode-se notar à Figura 7 que, enquanto as duas classes de tamanho inferiores têm um aspecto de forte concentração nas primeiras classes de idade, a classe de $DAP \geq 5$ cm aproxima-se mais de uma distribuição simétrica, na qual as maiores frequências concentram-se nas classes centrais (entre 6 e 22 anos), mantendo-se razoavelmente estáveis nesse período. Após os 22 anos sugere um processo de saída da espécie do sistema.

Curiosamente, na Figura 8 a distribuição das frequências da regeneração das demais espécies também apresenta uma distribuição simétrica, contudo com uma moda bem marcada na classe de 14 a 18 anos. As classes com altura superior a 1,3 m têm ápice de frequência mais tardiamente e em sequência. Contudo, à classe intermediária é

possível notar que as densidades absolutas nas classes jovens (0 a 14 anos) são maiores do que depois do ápice (22 a 30 anos).

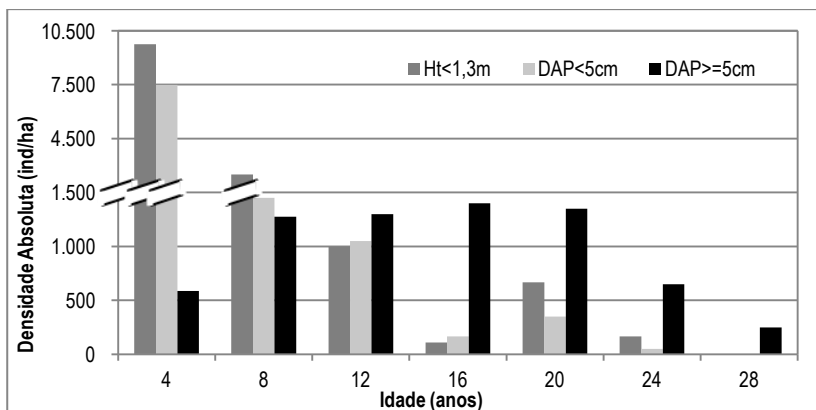


Figura 7 - Estrutura demográfica de *Tibouchina pulchra* representada por meio de distribuição de frequências de classes de tamanho do indivíduo por classes de idade de regeneração de 14 fragmentos em *Tibouchinietum* nos municípios Joinville e Garuva - SC.

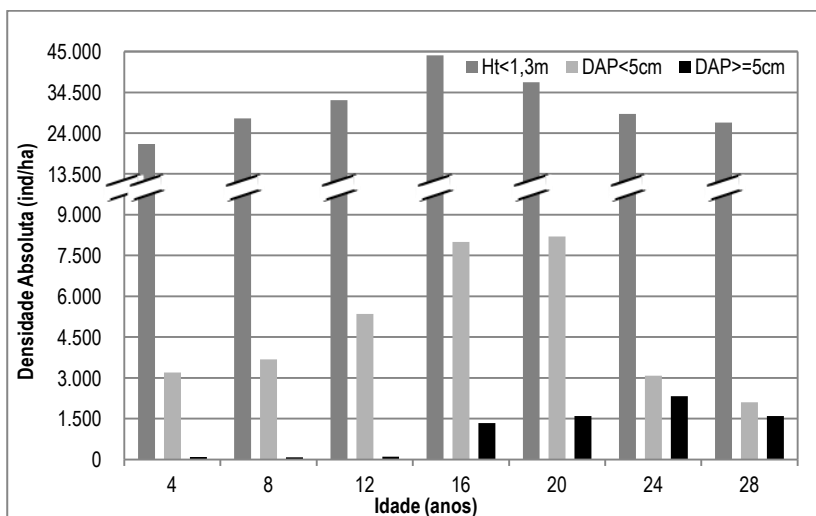


Figura 8 - Estrutura demográfica das demais espécies representada por meio de distribuição de frequências de classes de porte do indivíduo por classes de idade de regeneração de 14 fragmentos em *Tibouchinietum* nos municípios Joinville e Garuva - SC.

Assim, notas-se que nas idades iniciais, até 14 anos, o adensamento de indivíduos com diâmetro acima de 5 cm é quase exclusivo de *Tibouchina pulchra*. Nesse período, existe a constante elevação do quantitativo de mudas e de varinhas de outras espécies. A partir dessa idade parte desses indivíduos passa a ser recrutado à classe de maior diâmetro, igualando e em seguida ultrapassando a densidade da espécie em estudo. Esse padrão corrobora com a premissa de *Tibouchina pulchra* ser uma espécie pioneira que domina o início do processo sucessional e cria condições para o estabelecimento de uma alta diversidade de espécies mais exigentes.

Para correlacionar os padrões de desenvolvimento demográfico e dendrométrico seguem esses dados tabulados na Tabela 5, comparando-se entre *Tibouchina pulchra* e o resto da comunidade.

Tabela 5 - Características dendrométricas de três estágios fitofisionômicos de regeneração em 14 fragmentos em *Tibouchinietum* (Ht \geq 1,3 m), nos municípios de Joinville e Garuva – SC, com destaque à espécie *Tibouchina pulchra*.

Estágio	Densidade	DAP (cm)		Altura (m)		Dominância
	Absoluta (ind /ha)	Média	Mediana	Média	Mediana	Absoluta (AB/ha)
Arbustivo						
<i>T. pulchra</i>	7.010	2,20	1,40	3,17	2,50	5,353
Outras spp.	3.570	1,92	1,10	3,51	2,50	3,449
Arvoretas						
<i>T. pulchra</i>	1.575	10,80	10,80	12,04	12,00	18,257
Outras spp.	5.475	2,6	1,62	3,96	3,00	6,277
Arbóreo						
<i>T. pulchra</i>	1.030	11,17	11,00	9,33	9,00	12,378
Outras spp.	7.440	3,58	1,90	4,32	3,00	16,552

A Figura 9 mostra como a estrutura diamétrica da população de *Tibouchina pulchra* se altera de um padrão em “J” invertido no estágio arbustivo, para padrões aproximadamente simétricos nos estágios seguintes, com médias e medianas bastante similares (Tabela 5). O conjunto das demais espécies manteve o padrão de “J” invertido mesmo com a evolução do processo sucessional como se pode verificar à Figura 10.

A estrutura diamétrica de *Tibouchina pulchra* sugere um padrão no qual existe uma homogeneidade temporal de crescimento das árvores da espécie que são recrutadas. Enquanto o conjunto das demais espécies sugere um recrutamento constante, inclusive mais acentuado com o avançar dos estágios sucessionais.

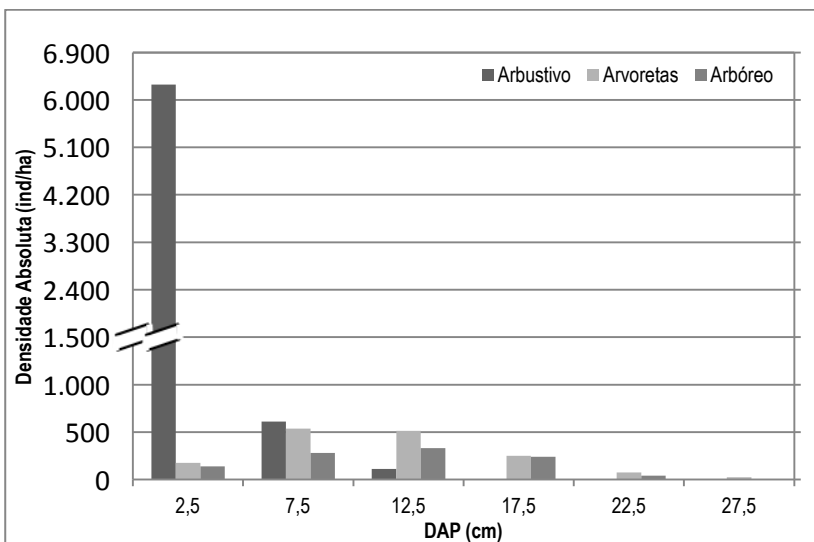


Figura 9 - Estrutura diamétrica da população de *Tibouchina pulchra* segundo três estágios de regeneração de 14 fragmentos em *Tibouchinieta* nos municípios Joinville e Garuva - SC.

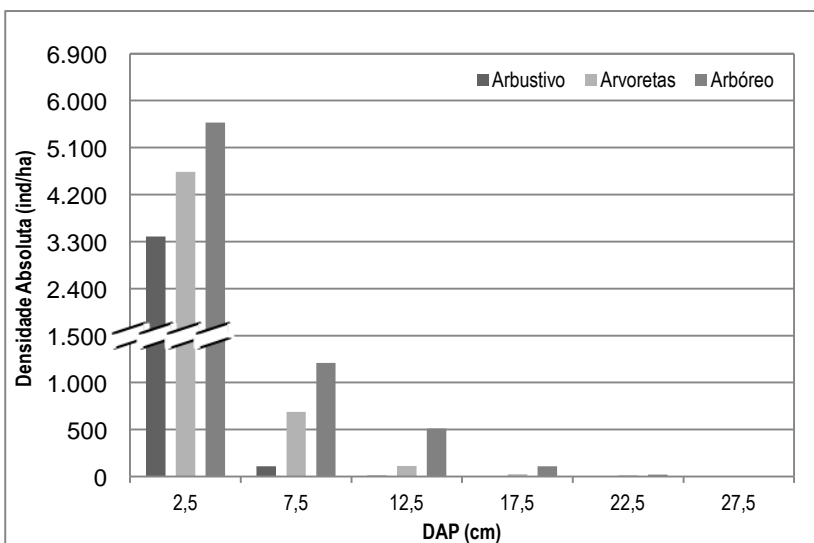


Figura 10 - Estrutura demográfica das demais espécies representada por meio de distribuição de frequências de classes de DAP de indivíduos segundo três estágios de regeneração, em 14 fragmentos em *Tibouchinieta* nos municípios Joinville e Garuva - SC.

Na população de *Tibouchina pulchra* existe um alto ingresso de indivíduos na classe inferior quando se inicia o processo de regeneração. Somente parte desses indivíduos permanece no sistema com o avançar do processo sucessional ao estágio de arvoretas, como se pode verificar pela acentuada queda na densidade absoluta (Tabela 5). Esses que permanecem migram majoritariamente para as próximas classes de diâmetro ao mesmo tempo em que diminui vertiginosamente a entrada de novos indivíduos na classe inferior (Figura 9). Ao se passar ao estágio arbóreo, o contínuo déficit entre ingresso de jovens e mortalidade reduz um pouco mais a densidade absoluta. Como essa redução ocorre de forma mais acentuada nas frequências das classes diamétricas inferiores (DAP entre 5 e 15 cm), sugere-se que ocorra mortalidade mais significativa entre os indivíduos dominados (de menor porte), ou seja, ocorra um processo de autodesbaste natural.

Esse autodesbaste de *Tibouchina pulchra* foi percebido também em campo com constatação de muitos indivíduos mortos em pé ou com fuste quebrado em diversas alturas abaixo do nível do dossel. Os indivíduos mortos em pé tiveram uma redução ao longo da evolução dos estágios 270, 163 e 130 indivíduos por hectare de *T. pulchra* mortos nos estágios arbustivo, de arvoretas e arbóreo-pioneiro respectivamente. Enquanto os indivíduos quebrados foram mais expressivos no estágio mais avançado: 60 ind/ha, contra 20 e 0 ind/ha em arbustivo e arvoretas respectivamente.

Um possível reflexo dessa maior quebra de indivíduos no estágio mais avançado pôde ser percebido pela redução da média e da mediana das alturas totais do estágio arbóreo com relação às arvoretas (Tabela 5).

Da mesma forma se pode verificar na Figura 11, que essa diminuição das alturas totais de *Tibouchina pulchra* é perceptível a partir dos 10 anos de idade até cerca de 16 anos, quando parece manter-se por volta dos 10 m de altura. A Figura 11 apresenta a dispersão das alturas totais médias obtidas nos 14 fragmentos em *Tibouchinietum* segundo seu tempo de regeneração (idade), contrastando as alturas de *Tibouchina pulchra* e das demais espécies amostradas, bem como a altura total média de toda comunidade, ou seja, média incluindo a espécie alvo do estudo e as demais. Foram incluídos apenas indivíduos com DAP superior a 5 cm.

Nota-se que as médias em altura de *Tibouchina pulchra* são sempre superiores ao restante da comunidade, com exceção de três valores anteriores aos oito anos de idade, cujas médias das demais espécies foram elaboradas com 4, 3 e 1 indivíduos, implicando em menor confiabilidade. Tanto é que a média para toda comunidade,

incluindo a *T. pulchra*, nesses casos (e nos demais valores abaixo de 10 anos) é bastante semelhante (ou igual) aos valores obtidos para apenas *T. pulchra*.

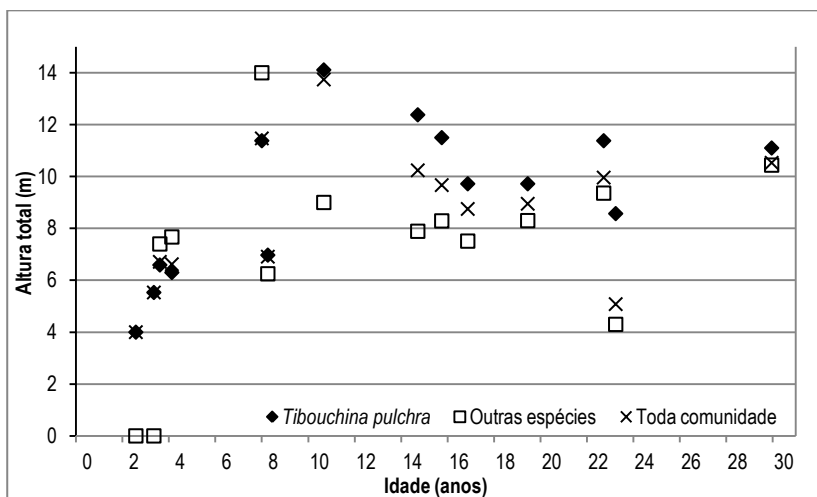


Figura 11 – Comparação entre a distribuição de Altura total média de *Tibouchina pulchra*, outras espécies e toda a comunidade, segundo a idade de 14 parcelas em *Tibouchinietum* (Considerando indivíduos com DAP ≥ 5 cm).

Por sua vez, a Figura 12 demonstra que demonstra a dispersão de áreas basais por hectare de *Tibouchina pulchra* e das demais espécies dos 14 fragmentos em *Tibouchinietum* avaliados, traz também a projeção da área basal estimada ao Capítulo 3.3.2. Pode-se notar, com bastante clareza que a área basal da *Tibouchina pulchra*, apresenta uma fase de ascensão e outra em seguida de decréscimo, enquanto o resto da comunidade parece estar apenas ascendendo, nessa faixa etária avaliada. Para a *T. pulchra*, esta redução da área basal parece estar relacionada com o decréscimo na densidade de indivíduos das classes inferiores que a população sofre a partir dos 14 anos, pois os indivíduos com DAP ≥ 5 cm mantêm sua frequência alta até por volta dos 20 anos (Figura 7). Contudo esse autodesbaste ocorre de modo que os DAP médios permaneçam em ligeira elevação, conforme visto à Tabela 5, reforçando a ideia de que os indivíduos de menor porte e dominados não consigam mais se manter no sistema conforme o avanço da idade do povoamento.

Com este padrão demográfico em associação às tendências dendrométricas coadunam com a premissa que se trata de uma espécie tipicamente pioneira, conforme classificação de Budowski (1965).

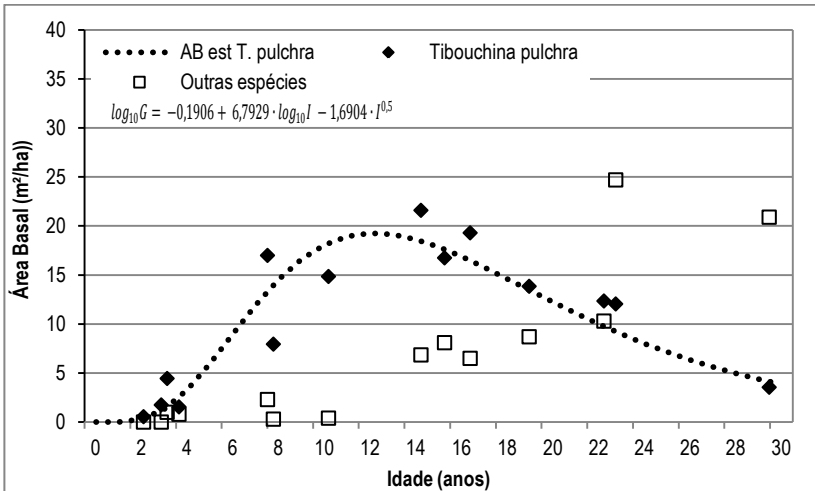


Figura 12 - Dispersão das Áreas Basais por hectare por idade, dos indivíduos com DAP ≥ 5 cm da comunidade e de *T. pulchra* (equação e R^2 para a comunidade) em 14 parcelas em *Tibouchinietum* nos municípios de Joinville e Garuva – SC.

Agrupando-se novamente os dados das comunidades segundo seus estágios sucessionais, obtêm-se as informações referentes à fitossociologia constantes à Tabela 6, sendo primeiro apresentado dados para indivíduos com DAP ≥ 5 cm e depois com altura total superior a 1,3 m.

Nessa tabela pode-se notar que existe um gradual de aumento na densidade absoluta com avanço dos estágios sucessionais, ao se considerar apenas indivíduos acima de 5 cm de DAP, porém para os indivíduos acima de 1,3 m de altura não existe diferença significativa ($\alpha=0,05$). Esta comparação demonstra que ainda que exista variação significativa na densidade absoluta ao longo da evolução dos fragmentos, com o incremento dos DAP eleva-se o número na classe acima de 5 cm. Neste processo, a distinção entre os estágios: arbustivo e arbóreo é significativa, enquanto as arvoretas têm densidade intermediária a estes dois estágios. A área basal das arvoretas também é numericamente intermediária às demais, contudo é estatisticamente distinta do estágio arbustivo e similar ao arbóreo, demonstrando que a classificação fitofisionômica entre arvoretas e arbóreo-pioneira, segundo esses parâmetros, não é passível de distinção.

Tabela 6 - Índices fitossociológicos e de diversidade amostrados em cada estágio sucessional em 14 fragmentos florestais em *Tibouchinietum*, em Garuva e Joinville – SC. Considerando –se indivíduos com DAP ≥ 5 cm ou com altura total $\geq 1,3$ m.

Estágio sucessional	Parcelas (n°)	Área amostrada (m²)	Densidade absoluta¹ (ind/ha)	Área basal¹ (m²/ha)	Riqueza de espécies (n°)	Famílias (n°)	Espécies dominantes² (n°)	H'³ (nats/ind)	J'⁴
DAP ≥ 5 cm									
Arbustivo	5	1.000	800 a	3,67 a	6	3	1	0,52	0,29
Arvoretas	4	800	2.063 ab	21,96 b	26	16	1	1,71	0,52
Arbóreo	5	1.000	2.700 b	26,45 b	44	26	5	2,66	0,7
Todos	29	2.800			56	28		2,29	0,57
Altura total $\geq 1,3$ m									
Arbustivo	5	1.000	10.530 ns	6,73 a	32	14	1	1,38	0,40
Arvoretas	4	800	7.050 ns	24,48 b	64	24	5	3,12	0,75
Arbóreo	5	1.000	8.470 ns	28,91 b	93	35	11	3,69	0,81
Todos	29	2.800			125	40		3,02	0,63

¹: ns – não significativo ($p > 0,05$); Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

²: Número de espécies cuja soma dos Índices de Valor de Importância (IVI) representam 50% do total (FINEGAN, 1996).

³: Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), estimado usando logaritmo na base Natural.

⁴: Equitabilidade de Pielou (J')

Diversidade:

Os seis indicadores de diversidade demonstrados à Tabela 6 coadunam à interpretação de ganho de diversidade com a evolução dos estágios sucessionais. Entre eles, o número de espécies dominantes quantifica o número de espécies, entre aquelas de maior Índice de Valor de Importância (IVI), que são necessárias para se atingir o somatório de 50%. Note-se que, quando se consideram os DAP ≥ 5 cm nos estágios: arbustivo e de arvoretas, apenas uma espécie supera a metade relativa do IVI. Na Tabela 7 pode-se verificar que essa espécie é *Tibouchina pulchra*. No estágio arbóreo, a *T. pulchra* não superou IVI de 50%, ainda que tenha permanecido como primeira (Tabela 7).

Na Tabela 6, quando consideramos todos os indivíduos com DAP (altura total $\geq 1,3$ m), vemos que o número de espécies dominantes eleva-se de forma mais pronunciada, de uma no estágio arbustivo a 11 no estágio arbóreo, tendo sempre *T. pulchra* como aquela com maior IVI (Tabela 7).

Ainda que *T. pulchra* tenha sempre a maior dominância nas comunidades em *Tibouchinietum*, percebe-se que essa dominância é mais intensa se avaliados apenas os indivíduos maiores (DAP ≥ 5 cm) e no início do processo sucessional.

O acentuado aumento no número de espécies nos estágios de arvoretas e arbóreo, quando se compara entre DAP ≥ 5 cm e altura total $\geq 1,3$ m (Tabela 6), deve-se especialmente à elevação da densidade absoluta de outras espécies que não *T. pulchra* com pequenos diâmetros nesses estágios (Figura 10). Mas deve-se também ao padrão de pioneira de *T. pulchra*, que tem diminuição considerável da densidade absoluta na classe de menor diâmetro conforme o avanço da sucessão (Figura 9).

Além da redução do IVI de *T. pulchra*, outra característica necessária ao crescimento do número de espécies dominantes é existência uma crescente diversidade de espécies com IVI mais significativo, com avanço sucessional (Tabela 6). Obviamente, essa diversidade passa a compor essa fitossociologia inicialmente pelas classes de diâmetro inferiores.

A redução da importância de uma espécie, no início do estágio sucessional e o ganho em dominância de um maior número é refletido também aos índices de diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou que se elevam com o avanço da sucessão e ao se considerar os indivíduos jovens (Tabela 6.).

Tabela 7 - Indicadores de estrutura horizontal para as espécies dominantes (IVI > 50%), segundo estágios sucessionais do *Tibouchinietum*, para Classes DAP ≥ 5 cm e Ht ≥ 1,3 m. Dados coletados em 14 parcelas em Joinville e Garuva – SC.

Estágio sucessiona	Classe	Espécie	DA (ind/ha)	AB (m²/ha)	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI (%)
Arbustivo	DAP	<i>Tibouchina pulchra</i>	710	3,24	88,75	45,45	88,69	74,30
	≥ 5cm	TOTAL						74,30
	Altura total	<i>Tibouchina pulchra</i>	7010	5,35	66,57	9,09	79,45	51,71
	≥ 1,3m	TOTAL						51,71
Arvoretas	DAP ≥ 5 cm	<i>Tibouchina pulchra</i>	1325	17,55	64,24	11,76	79,92	51,98
		TOTAL						51,98
		<i>Tibouchina pulchra</i>	1575	18,26	22,34	4,12	74,41	33,63
		<i>Miconia cinerascens</i>	937,5	0,36	13,3	4,12	1,48	6,30
	Altura total	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	662,5	0,87	9,4	3,09	3,58	5,36
	≥ 1,3m	<i>Pera glabrata</i>	525	0,58	7,45	2,06	2,4	3,97
		<i>Miconia cinnamomifolia</i>	275	0,03	3,9	4,12	0,09	2,70
		TOTAL						51,96
Árboreo Pioneiro		<i>Tibouchina pulchra</i>	890	12,22	32,96	6,94	46,21	28,71
		<i>Cyathea delgadii</i>	450	3,46	16,67	1,39	13,09	10,38
	DAP	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	160	1,15	5,93	6,94	4,34	5,74
	≥ 5 cm	<i>Miconia cinnamomifolia</i>	90	1,5	3,33	5,56	5,68	4,86
		<i>Myrsine coriacea</i>	110	0,92	4,07	4,17	3,47	3,90
		TOTAL						53,59
		<i>Tibouchina pulchra</i>	1030	12,38	12,16	3,01	42,78	19,32
		<i>Cyathea delgadii</i>	450	3,46	5,31	0,6	11,97	5,96
		<i>Miconia cinerascens</i>	670	0,4	7,91	3,01	1,38	4,10
		<i>Hieronyma alchorneoides</i>	390	1,26	4,6	3,01	4,37	3,99
		<i>Pera glabrata</i>	440	0,53	5,19	3,01	1,84	3,35
		<i>Miconia cinnamomifolia</i>	180	1,53	2,13	2,41	5,27	3,27
	Altura total	<i>Myrsine coriacea</i>	140	0,93	1,65	2,41	3,22	2,43
	≥ 1,3m	<i>Miconia cabucu</i>	220	0,58	2,6	2,41	2	2,34
		<i>Nectandra oppositifolia</i>	170	0,71	2,01	2,41	2,46	2,29
		<i>Matayba intermedia</i>	180	0,32	2,13	3,01	1,1	2,08
		<i>Pausandra morisiana</i>	410	0,07	4,84	0,6	0,26	1,90
		<i>Jacaranda puberula</i>	150	0,24	1,77	3,01	0,84	1,88
		<i>Marlierea excoriata</i>	340	0,07	4,01	1,2	0,25	1,82
		<i>Symplocos laxiflora</i>	310	0,17	3,66	1,2	0,57	1,81
		TOTAL						51,03

DA: Densidade Absoluta; AB: Dominância Absoluta (área basal por hectare); DR: Densidade Relativa; FR: Frequência relativa; DoR: Dominância relativa; IVI: Índice de Valor de Importância.

A Tabela 7 demonstra que inicialmente a sucessão secundária no *Tibouchinietum* tem como principal espécie pioneira a *T. pulchra*, sendo que na fase de arvoretas espécies secundárias iniciais (*Miconia cineracens* e *M. cinnamomifolia*) e tardias (*Hieronyma alchorneoides* e *Pera glabrata*) também passam a ter grande importância na comunidade, principalmente entre os indivíduos de menor porte. Na fase arbóreo-pioneira na classe de indivíduos acima de 5 cm de DAP,

aparece ainda outra secundária inicial (*Myrsine coriacea*) e uma climácica (*Cyathea delgadii*). Ao se incluir as espécies dominantes de todas as classes de DAP, essas sete espécies citadas permanecem sendo as de maior importância, contudo outras sete espécies precisam ser incluídas para se alcançar 50% do Valor de Importância, das quais duas são secundárias iniciais (*M. cabucu* e *Jacaranda puberula*), três secundárias tardias (*Nectandra oppositifolia*, *Matayba intermedia* e *Symplocos laxiflora*) e apenas mais uma climácica (*Marlierea excoriata*). Grupos sucessionais segundo Siminski (2009).

4. CONCLUSÃO

- A *Tibouchina pulchra* apresenta demografia de espécie pioneira, com altas densidades nas idades iniciais e diminuindo sua participação da comunidade com seu envelhecimento;
- Até cerca de 10 anos de idade, a *Tibouchina pulchra* apresenta o maior desenvolvimento em altura, DAP e área basal da comunidade;
- A *Tibouchina pulchra* é sempre a espécie de maior dominância e importância na formação *Tibouchinietum*, sendo que com a evolução dos estágios sucessionais estes descritores são decrescentes para a espécie;
- As principais espécies regenerantes no *Tibouchinietum*, em estágios: arvoretas e arbóreo-pioneiro, são secundárias iniciais e tardias, ressaltando a importância desta formação florestal na sucessão ecológica;

CAPÍTULO 3. MODELAGEM DO PADRÃO DE CRESCIMENTO DE *Tibouchina pulchra*.

1. INTRODUÇÃO

Tibouchina pulchra é uma árvore pioneira da Floresta Ombrófila Densa, com ocorrência natural entre Santa Catarina e Rio de Janeiro. Em algumas regiões, forma povoamentos bastante densos, resultando em alta dominância sobre a comunidade (Klein, 1980; Mazzoni-Viveiros & Trufem, 2004; Moraes, 2004; Rodrigues *et al.*, 2010). Relatos de agricultores familiares inferem que a espécie tem sido explorada em propriedades rurais para produção de madeira roliça.

O estudo do padrão de crescimento de espécies nativas é utilizado para diversos propósitos como a elucidação da dinâmica populacional (Siminski, 2009), o manejo florestal (Salis *et al.* 2004) e a avaliação do estoque de carbono (Sanquetta, 2002). O emprego de modelos matemáticos para estimar o crescimento arbóreo é amplamente difundido (Brown & Lugo, 1990; Higuchi & Carvalho Junior, 1994; Couto & Bastos, 1987; Sanquetta, 2002), sendo comum serem empregadas regressões lineares para tal. Elas permitem descrever o comportamento de uma determinada variável em função da variação de outra(s). Variáveis que habitualmente são correlacionáveis são: o diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (Ht), volume (V), idade ou tempo em anos, área basal (AB) e biomassa.

Duas formas de obtenção dos dados são utilizadas: a) métodos diretos destrutivos (determinação), onde se cortam as árvores para se obter sua massa por pesagem (Higuchi & Carvalho Junior, 1994) ou sua volumetria através da medição de seus segmentos; b) métodos indiretos de estimativa, onde se mensuram variáveis de fácil obtenção em inventário florestal (DAP, altura, área basal) que são posteriormente correlacionadas com variáveis obtidas por determinação (volume ou massa) ou sensoriamento remoto (idade) (Higuchi & Carvalho Junior, 1994). Outros autores (Siminski, 2009; Saldarriaga *et al.* 1988; Uhl *et al.* 1988), para realizar correlações com a idade, previamente avaliaram o tempo de regeneração de sítios florestais por meio de datas aproximadas obtidas em entrevistas e histórico de uso. Ainda que a avaliação de existência ou não de elementos da paisagem por meio de sensoriamento remoto seja um método simples, com maior objetividade e confiabilidade do que entrevistas calcadas em lembranças e associações a fatos históricos, a identificação do início da regeneração de um

Tibouchinietum de pequena dimensão em imagens de média resolução espacial, como Cbers 2 CCD e Landsat 5 TM, implica em interpretação visual permeada pela possibilidade de equívoco e sem possibilidade de checagem a campo, por se tratarem de fatos passados.

Este estudo teve o objetivo de gerar modelos matemáticos para estimar o crescimento da espécie pelo tempo de regeneração da população e em função do DAP, subsídios úteis para estimar o seu rendimento madeireiro com o manejo.

2. METODOLOGIA

2.1. Determinação de idade do *Tibouchinietum*

Para a determinação da idade do *Tibouchinietum* utilizou-se a combinação de informações provenientes de: a) sensoriamento remoto, b) declarações obtidas nas entrevistas com os proprietários locais ou moradores, e c) avaliação visual da fitofisionomia.

Para a inferência da idade de cada *Tibouchinietum* por meio de sensoriamento remoto avaliou-se uma sequencia multitemporal (1979-2009) de 18 imagens (Mailard & Costa-Pereira, 2011), provenientes dos sensores de média resolução espacial CCD/CBERS, TM/Landsat 5 e alta resolução espacial HCR/CBERS, multiespectral/QuickBird 2. Às imagens de média resolução foram feitas composições colorida RGB (Schowengerdt, 2007) falsa-cor (infravermelho próximo, infravermelho de ondas curtas e vermelho visível) (Meneses & Madeira Netto, 2001; INPE, 2011a; INPE, 2011b). Às imagens de alta definição, apenas aplicou-se alterações de contraste, sendo que as imagens QuickBird 2 já foram obtidas em composição true-color, por meio do *software* GoogleEarth. A interpolação entre as imagens, base cartográfica utilizada para seu georreferenciamento e coordenadas dos dados de campo foram realizadas em Sistema de Informação geográfico ArcMap 9.3.

Para a identificação dos fragmentos estudados nas imagens, tomou-se um par de coordenadas geográficas, no centro de cada uma das parcelas, com uso de aparelho portátil de GPS (*Global Position System*), cujo erro de posicionamento sempre foi inferior a 5m, em UTM e *datum* WGS 84. Esses dados foram transferidos para o *software* trackmaker e em seguida projetados no *software* GoogleEarth, no qual, por sua alta resolução espacial (pixel de 2,6 x 2,6 m), realizou-se a demarcação do polígono de cada fragmento e sua porção dominada por *Tibouchina*

pulchra. Os polígonos salvos foram transformados, através do *freeware* GPS Utility, para formato compatível com o programa ArcMap 9.3. Esse conjunto de polígonos foi sobreposto, a série histórica de imagens de satélites⁴, para se realizar a interpretação de seu desenvolvimento e estimar a época de início de sua regeneração. As informações sobre cada uma das imagens pode ser verificada na Tabela 8.

Tabela 8 – Detalhamento das imagens orbitais utilizadas para a realização de avaliação de sequencia temporal por sensoriamento remoto do desenvolvimento de 18 fragmentos em *Tibouchinietum* amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC.

Satélite	Sensor	Data	Resolução espacial	Composição utilizada
Quickbird 2	PAN MS1	06/08/2009	2,6m	RGB
CBERS	HCR	29/06/2009	2,7m	Escala de cinza
CBERS	HCR	19/04/2009	2,7m	Escala de cinza
Landsat 5	TM	05/03/2009	30m	RGB 453
CBERS	CCD	25/08/2008	20m	RGB 342
Landsat 5	TM	06/07/2007	30m	RGB 453
Landsat 5	TM	05/09/2006	30m	RGB 453
Landsat 5	TM	02/09/2005	30m	RGB 453
Landsat 5	TM	30/08/2004	30m	RGB 453
Quickbird 2	PAN MS1	01/07/2004	2,6m	RGB
Quickbird 2	PAN MS1	10/10/2003	2,6m	RGB
Landsat 5	TM	11/07/2003	30m	RGB 453
Quickbird 2	PAN MS1	19/03/2003	2,6m	RGB
Quickbird 2	PAN MS1	13/03/2003	2,6m	RGB
Landsat 5	TM	18/05/2001	30m	RGB 453
Landsat 5	TM	19/08/2000	30m	RGB 453
Landsat 5	TM	05/04/1997	30m	RGB 453
Landsat 5	TM	02/04/1996	30m	RGB 453
Landsat 5	TM	18/07/1994	30m	RGB 453
Landsat 5	TM	15/07/1993	30m	RGB 453
Landsat 5	TM	12/09/1991	30m	RGB 453
Landsat 5	TM	29/06/1987	30m	RGB 453
Landsat 5	TM	30/09/1986	30m	RGB 453
Landsat 3	MSS	16/10/1979	80m	RGB 457

⁴ Foram realizadas composições coloridas e georreferenciamentos de imagens de satélite tomando-se por base as cartas vetoriais do IBGE 1:5.000, Garuva e Joinville.

A interpretação visual dos polígonos de cada *Tibouchinietum* inventariado ocorreu por meio da associação de textura heterogênea à existência de vegetação florestal, juntamente com o padrão avermelhado em imagem falsa-cor ou esverdeado em imagem “true-color”. A aparência homogênea com coloração esbranquiçada indica a ausência do mesmo. Para a sistematização da análise da série histórica de imagens de um mesmo local atribui-se notas para o nível de cobertura vegetal, sendo 0 a inexistência de vegetação (esbranquiçado) e 3 o padrão de cobertura florestal nítido, como se pode verificar à Figura 13.

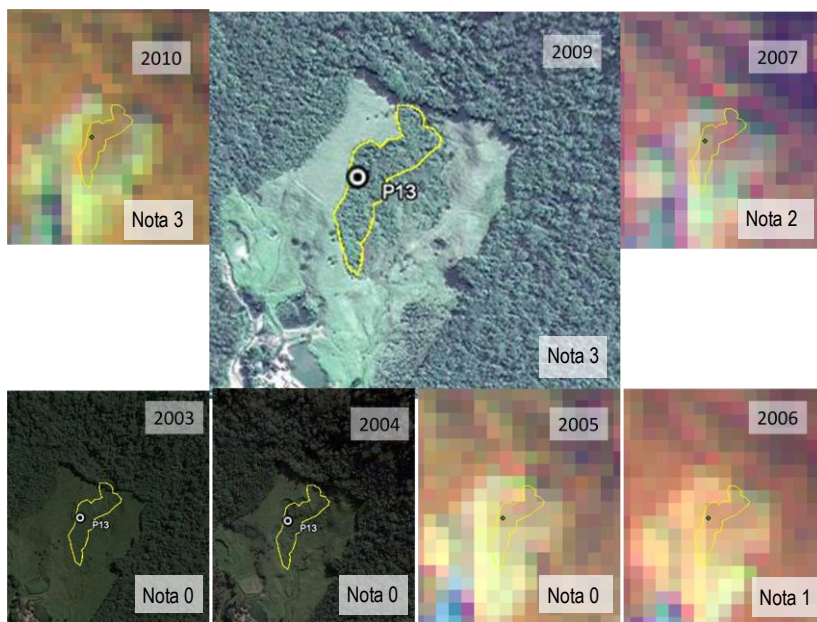


Figura 13 - Exemplo imagens de satélite demonstrando a evolução da cobertura vegetal em sequência temporal, em um fragmento de *Tibouchinietum* no Município de Garuva - SC.

0 = local do fragmento com reflexão fora do padrão de vegetação; 1 = local do fragmento com reflexão no padrão de vegetação rala; 2 = local do fragmento com reflexão no padrão de vegetação moderada; 3 = local do fragmento com padrão de reflexão florestal nítido.

A contagem da idade do fragmento, nessa avaliação por sensoriamento remoto, inicia-se entre a última nota 0 e a primeira nota 1, ou seja, no momento que foi possível captar o início da regeneração da vegetação. No exemplo acima entre setembro de 2005 e setembro de

2006 resultando em idade aproximada entre 4 e 5 anos, uma vez que a parcela foi inventariada em janeiro de 2011.

Para a consolidação da estimativa das idades foi realizado o balanceamento dos resultados da análise temporal por sensoriamento remoto com informações obtidas em entrevistas com os proprietários locais ou moradores, e por estimativa pela fitofisionomia.

O questionamento ao proprietário ou morador local, a cerca do tempo de regeneração da vegetação onde se inseriu alguma parcela ocorreu da seguinte forma:

- Buscou-se preferencialmente o proprietário ou o responsável pelo manejo do imóvel para fornecer a informação. Em imóveis desprovidos de algum responsável próximo, procuraram-se vizinhos que vivessem a tempo suficiente para fornecer informações sobre o histórico da vegetação;

- Inicialmente explicava-se a relação com a universidade, oferecia-se uma visão geral e sucinta da linha de pesquisa em manejo de espécies secundárias e do presente estudo envolvendo a *Tibouchina pulchra*. Esta etapa foi utilizada principalmente para permitir uma aproximação da pessoa à questão, para lhe mostrar a importância do estudo, de possíveis contribuições legais que eles poderiam resultar e mostrar-lhe à frente a responsabilidade pela informação que estaria prestando;

- Então se questionava o histórico de uso daquela área onde se encontrava o *Tibouchinietum* a ser avaliado: Qual uso era dado no presente, mesmo que fosse apenas extrativismo ou pastoreio ocasional? E qual o uso do solo existia antes daquela vegetação se regenerar? Daí se questionava quando tais fatos ocorreram, estimulando o entrevistado a preferencialmente relacionar com outros fatos históricos pessoais do informante cuja data fosse bem conhecida (exemplo, nascimento de um filho, sua infância, época em que realizava algum trabalho, etc.);

A estimativa de idade realizada pela fitofisionomia foi realizada do seguinte modo: foram avaliadas visualmente as espécies presentes e o grupo ecológico daquelas que dominavam o dossel; a abundância e a qualidade de epifitismo; a densidade e altura do dossel; o diâmetro das árvores mais grossas e seus grupos ecológicos, entre outros parâmetros biológicos de fácil visualização. Eles eram então ponderados com a face de exposição e inclinação da encosta em avaliação ou se era planície a eventual proximidade de morro que implicasse em sombreamento em alguma hora do dia; proximidade de curso d'água e seu porte e/ou

drenagem do solo; bem como pelo histórico de uso e idade informados pelo entrevistado ou identificados dentro da vegetação.

A idade presumida foi determinada a partir da média das idades obtidas na: a) idade média entre duas imagens, b) idade informada pelos proprietários ou moradores locais; c) idade estimada a partir da fitofisionomia. Desta sorte, foram mescladas as informações obtidas por diferentes técnicas, no intuito de melhorar sua confiabilidade e minimizar erros inerentes a cada uma delas.

Os dados das idades presumidas foram em seguida utilizados junto com as métricas de DAP e Área Basal para estimativas do desenvolvimento destas variáveis em função do tempo.

2.2. Amostragem e métricas

Para determinar os padrões de desenvolvimento da *Tibouchina pulchra* foram amostradas, em quatro incursões, 18 áreas de floresta secundária, dominadas por essa espécie, em 10 propriedades rurais localizadas nos municípios catarinenses de Joinville e Garuva.

Os padrões de desenvolvimento foram avaliados pelas variáveis: idade, densidades absolutas, diâmetros médios, áreas basais, bem como pelas suas relações hipsométricas e volumétricas.

Os sítios florestais amostrados foram identificados a partir da fitofisionomia do *Tibouchinietaum*, visualizados diretamente de rodovias e de pontos elevados, ou por meio de indicação de moradores. Foram selecionados sítios ao longo de todas as fases de desenvolvimento dessa formação florestal, desde estágio arbustivo até arbóreo-pioneiro.

Realizou-se amostragem pelo método da área fixa (Péllico Netto, 1997), com unidades amostrais (parcelas) de 200 metros quadrados (10 x 20m), com o maior lado posicionado no sentido norte-sul. Escolheu-se o formato retangular pelas facilidades associadas à sua instalação e cálculos. Péllico Netto (1997) demonstra que para um mesmo erro amostral, alterações no tamanho da unidade amostral são compensadas pelo número de unidades, de forma a manter a área total amostrada. Siminski (2009) demonstrou que os inventários florestais de fragmentos secundários realizados de forma comercial no Estado têm majoritariamente essa dimensão e formato, podendo ser utilizado como boa referência.

As parcelas foram instaladas a distâncias superiores a 30 metros das margens dos fragmentos para evitar efeito de borda, assim apenas selecionaram-se locais com área suficiente para a parcela e essa bordadura.

Nas unidades amostrais, foram tomados dados de todos os indivíduos de *T. pulchra* com altura superior a 1,3 metros, sendo coletados: a) Diâmetro a Altura do Peito (DAP), com utilização de suta; b) altura total (Ht), utilizando-se régua métrica com 1,5 m de comprimento para os indivíduos até 3 m de altura ou hipsômetro digital da marca Vertex para as maiores. Como a leitura das alturas pelo hipsômetro demanda muito tempo, sendo inviável a leitura de todos os indivíduos da parcela, foram selecionados de 2 a 8 indivíduos por parcela – dependendo de sua declividade, homogeneidade e densidade – os quais tinham várias alturas tomadas, como em bifurcações, tortuosidades, altura mínima da copa, altura máxima da copa, etc., servido como réguas vivas, ou seja, como referência para comparação com os demais indivíduos próximos.

A aleatorização do local das parcelas, no sentido de se sortear os locais amostrados, não foi realizada uma vez que o tamanho do universo e sua ocorrência eram desconhecidos, irregulares e fragmentados. Tomou-se por premissa que as diversas porções de *Tibouchinietum* se tratam de uma única população fragmentada, dispersa e de tamanho infinito ou desproporcionalmente grande à área amostrada. Para Cochran (1977), uma população pode ser considerada infinita quando $(1 - f) > 0,98$, ou seja: $f < 0,02$. Sendo $f = \frac{a}{A}$, onde a é a área amostrada e A a área total da população. Assim para cálculos de intensidade amostral, estimou-se qual A mínimo para se considerar a população infinita. Temos, para a atual situação, $a = 18$ parcelas de 200 m² (0,02 ha), portanto:

$$\frac{18 \cdot 0,02}{A} < 0,02 \quad \text{ou seja: } A > 18 \text{ ha}$$

Portanto, a população maior que 18 ha pode ser considerada infinita, e não sofre mais interferência da proporção amostrada no erro padrão da média ($S_{\bar{x}}$) e erro amostral (E), já que para populações infinitas: $S_{\bar{x}}^2 = \frac{S_x^2}{n}$ e $E^2 = S_{\bar{x}}^2 \cdot t^2$ (Cochran, 1977).

Como cálculos de intensidade amostral foram estimados, para Número de Indivíduos (n), Número de fustes (f), DAP, Altura total (ht), Área Basal (AB) e Volume (v), o erro amostral e a suficiência amostral, utilizando-se t (probabilidade *student*) com $\alpha = 0,05$ (Péllico Netto, 1997). O erro amostral foi expresso em porcentagem e refere-se ao número de parcelas amostradas. Como suficiência amostral calculou-se o número mínimo de parcelas (n) para se obter 20% de erro amostral.

Utilizou-se o valor de 20% como referência por comum em inventários florestais de fragmentos secundários realizados de forma comercial no Estado (Siminski, 2009).

Como os dados mensurados têm maior confiabilidade àqueles determinados, preferiu-se manter os modelos matemáticos em função daqueles, em detrimento a mantê-los em função da idade. Contudo, como a idade é um aspecto de grande importância, ela foi correlacionada com as variáveis métricas horizontais mensuradas (DAP e AB).

A partir das dispersões de DAP médio por idade de cada parcela, analisou-se o melhor ajuste obtido por regressão de diversos modelos de equações, buscando-se aquele com maior coeficiente de determinação (R_{aj}^2), em que seus coeficientes ($b_0, b_1 \dots b_n$) sejam significativos a 5%. Utilizou-se o *software R* para obtenção destes parâmetros. Estimativa similar foi realizada para a área basal por hectare em relação à idade para cada parcela. Para análise das relações hipsométricas, realizou-se regressão entre Ht média e DAP médio de cada parcela, avaliando-se diversos modelos, segundo os mesmos critérios de ajuste.

Para estimar as relações volumétricas, abateu-se e realizou-se cubagem rigorosa de fustes de *Tibouchina pulchra* de um fragmento com formato alongado com aproximadamente 1,6 ha. Aproveitou-se um fragmento, cujo destino estava fadado à supressão para aceder lugar ao campus da UFSC em Joinville, para realizar a atividade.

A fitofisionomia do fragmento demonstrava gradiente de desenvolvimento de um extremo a outro: parte em estágio de arvoretas, com indivíduos de *T. pulchra* jovens; ao centro, estágio arbóreo-pioneiro, onde *T. pulchra* apresentava característica de senilidade; até o outro extremo, no qual o *Tibouchinieta* já havia sido substituído por formação mais avançada. Foi abatido o total de 105 fustes distribuídos nas porções juvenis e intermediárias do fragmento.

Procedeu-se da seguinte maneira na fase anterior a derrubada: os indivíduos de *T. pulchra* foram identificados com plaquetas de alumínio numeradas, tendo seus fustes o DAP medido. Os diâmetros obtidos foram divididos em classes com amplitude de cinco centímetros. De cada uma, foram sorteados 30 fustes para serem cubados. Nas classes em que não constava frequência ≥ 30 fustes, todos eles foram selecionados para cubagem. Após um ano de licenciamento ambiental, mensurou-se novamente o DAP dos fustes destinados à cubagem para eliminar erros provenientes do crescimento no período. Promoveu-se ajuste nas frequências das classes, para incorporar eventuais alterações de classes de diâmetros e mortalidade de fustes que tenham ocorrido no período.

Como os indivíduos de *Tibouchina pulchra* eram as árvores de maior porte compondo o dossel da área onde ocorreu a derrubada, optou-se por realizar a supressão e extração do material lenhoso de todas as outras árvores primeiro, minimizando quebras e emaranhado de cipós. Previamente, foram demarcados todos os indivíduos em que havia ao menos um fuste destinado à cubagem.

Após a derrubada do fuste era medido o seu comprimento total (Ht) com trena. Em seguida, a árvore era segmentada a cada metro e as peças cubadas pela fórmula de Smalian:

$$V_i = \left(\frac{g_1 + g_2}{2} \right) \cdot l$$

Onde:

V_i = o volume da peça (m^3);

g_1 e g_2 = as áreas basais das duas extremidades da peça (m^2);

l = comprimento da peça (m).

Sendo o volume total da árvore a somatória de suas peças ($\sum V_i$).

Tomou-se por pressuposto que o volume madeireiro a ser utilizado seria aquele passível a ser utilizado para lenha, então se incluíram todos os ramos com diâmetro superior a 2,5 cm.

Foram testados modelos de equação volumétricas por método de regressão similar ao anteriormente descrito, avaliando-se a relação entre volume total do indivíduo as variáveis DAP e Ht.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Determinação da idade do *Tibouchinietum*

A partir da interpretação das imagens de satélite, foi elaborada Tabela 9, que contém as características de reflexão de cada fragmento, que permitem avaliar a sua evolução e auxiliar na estimativa da sua idade. Na Tabela 10 é apresentado o ajuste das idades presumidas com base na média desses parâmetros.

Tabela 9 – Matriz de notas atribuídas a fragmentos de *Tibouchinietum* inventariados nos municípios de Joinville e Garuva - SC, segundo o nível de refletância associável ao desenvolvimento de sua vegetação, em análise de sequência temporal de imagens de satélites.

Tipo de imagem	Data da imagem	Parcelas																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Landsat 3	10/05/75					3				NI		3							
Landsat 3	16/10/79					1				NI		0	3						
Landsat 5	30/09/86	0		0	0	0	3	1	0	0		0	1	0	0	0	0	0	0
Landsat 5	29/06/87	N	N	0	N	N	3	0	N	N	3	0	3	0	0	0	N	N	N
Landsat 5	12/09/91	3							0	0	N	0	3	S	N	N	1	0	0
Landsat 5	15/07/93	1	NI	1	0	0	3	0	0	1	3	0	3	0	1	1	1	0	1
Landsat 5	18/07/94	1	NI	1	0	0	3	1	0	1	3	0	3	1	1	1	0	0	3
Landsat 5	02/04/96	0	NI	1	0	0	3	0	0	3	3	0	3	0	3	1	0	0	3
Landsat 5	05/04/97	1	NI	1	0	0	3	0	0	3	3	0	3	0	3	1	0	0	3
Landsat 5	19/08/00	1	NI	3	0	0	3	1	1	3	3	1	3	0	3	2	1	0	3
Landsat 5	18/05/01	1	NI	3	0	0	3	0	1	3	3	2	3	0	3	2	2	0	3
Quickbird 2	mar/03	1	0	-	0	0	-	0	1	3	-	-	-	0	-	-	2	0	3
Landsat 5	11/07/03	3	NI	3	0	0	3	1	3	3	3	3	3	0	3	2	NI	0	3
Quickbird 2	10/10/03	-	-	1	-	-	3	-	-	-	3	-	3	0	-	-	-	-	-
Quickbird 2	01/07/04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	0	-	-	-	-	-
Landsat 5	30/08/04	3	NI	3	0	0	3	2	3	3	3	3	3	0	3	3	1	0	3
Landsat 5	02/09/05	3	NI	3	0	0	3	1	3	3	3	3	3	0	3	3	2	0	3
Landsat 5	05/09/06	3	NI	3	0	0	3	2	3	3	3	3	3	1	3	3	2	0	3
Landsat 5	06/07/07	3	NI	3	1	0	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	NI	3
CBERS 2	25/08/08	3	NI	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	NI	1
Landsat 5	05/03/09	3	NI	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NI	1
CBERS HCR	19/04/09	-	-	-	3	3	-	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CBERS HCR	29/06/09	3	3	-	-	-	-	3	3	3	-	3	3	3	-	-	3	1	3
Quickbird 2	06/08/09	-	-	3	-	-	3	3	-	-	-	3	3	3	-	3	-	-	-

Obs.: 0 = local do fragmento com reflexão tora do padrao de vegetação; 1 = local do fragmento com reflexão no padrao de vegetação rala; 2 = local do fragmento com reflexão no padrao de vegetação moderada; 3 = local do fragmento com padrão de reflexão florestal nítido; N = cobertura de nuvens; S = sombreamento por nuvens; NI = local do fragmento não identificado.

Tabela 10 – Estimativas de idade, por três métodos de avaliação – sensoriamento remoto, entrevista e análise fitofisionômica – para 18 fragmentos florestais em *Tibouchinietum* amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC.

Parcela		IDADE (anos)						
Núm	Data de avaliação	Sensoriamento remoto Min	Méd	Max	Entrevista	Fitofisionomia	Presumida	IC ($\alpha=0,1$)
		a	$c = \frac{(a+b)}{2}$	b	d	e	$\frac{(c+d+e)}{3}$	
17	01/05/11	2	3	4	3	2	2,7	± 0,55
5	09/10/10	2	2,5	3	3	4	3,2	± 0,73
13	20/01/11	4	4,5	5	3	3	3,5	± 0,82
4	09/10/10	2	3	4	5	5	4,3	± 1,10
2	29/09/10	2	5	8	6	6	5,7	± 0,55
11	19/01/11	11	12	13	6	6	8,0	± 3,29
7	10/10/10	7	7,5	8	10	8	8,5	± 1,26
1	29/09/10	13	13,5	14	8	8	9,8	± 3,02
8	11/10/10	11	12	13	11	8	10,3	± 1,98
16	01/05/11	10	11,5	13	11	10	10,8	± 0,76
3	08/10/10	18	18,5	19	-	10	14,3	± 6,99
15	30/04/11	18	20,5	23	-	10	15,3	± 8,64
9	11/10/10	17	18	19	13	18	16,3	± 2,74
18	02/05/11	18	18,5	19	17	15	16,8	± 1,76
14	21/01/11	18	20,5	23	16	20	18,8	± 2,34
10	18/01/11	25	30 ¹	>25	20	16	22,0	± 6,85
12	20/01/11	25	27,5	30	20	20	22,5	± 4,11
6	10/10/10	31	33	35	-	25	29,0	± 6,58

¹ Imagens anteriores a 1986 não permitiram avaliar o fragmento que contém a parcela 10. Contudo, pela avaliação de sua evolução estimou-se o valor de 30 anos.

As idades obtidas pelos três métodos apresentam altos coeficientes de determinação (R_{aj}^2), quando são comparadas duas a duas ($R_{aj}^2cd = 0,88$; $R_{aj}^2ce = 0,79$ e $R_{aj}^2de = 0,85$), mas se confrontadas com a Idade Presumida se obtêm correlações ainda superiores, com R_{aj}^2 de 0,91 a 0,96. Podendo-se considerar que a idade estimada tem bom nível

de acerto, uma vez que se ampara em três fontes de informações distintas e ainda assim mantém alta correlação com todas as fontes.

Contudo, pode-se notar que os intervalos de confiança (IC) na Tabela 10 apresentam um aumento nos valores quando há a ausência de ao menos uma das informações, como o caso das parcelas 3, 6, 10 e 15. Essa diminuição na precisão, sentida na elevação no IC, pode ser constatada pela alta correlação entre os valores do IC e o número de fontes de dados, cujo R_{aj}^2 é de 0,81.

Por outro lado a elevação da idade pode agregar ainda mais fonte de variação, pois a correlação entre o IC e número de fontes de dados e a idade presumida teve coeficiente de determinação de 0,85. Em outras palavras, ainda que a falta de algum dado sobre a idade de um dado fragmento diminua fortemente a precisão da sua estimativa da idade, também existe uma suave diminuição da precisão com a elevação das idades presumidas. Isso porque a disparidade entre as informações em cada um dos métodos se intensifica com o aumento das idades, possivelmente por fontes diversas de erros que são agregadas com o tempo. Como pelo aumento dos erros na interpretação de imagens de menor resolução espacial e também Saldarriaga *et al.* (1988) e por Uhl *et al.* (1988) alertam que a perda de referências históricas pelo agricultor para correlacionar com a época de início de sua regeneração é outro fator que pode gerar erros nesta avaliação. A avaliação da fitofisionomia com o avançar do desenvolvimento da floresta passa a ser cada vez mais subjetiva para a determinação de uma idade precisa, em função dos múltiplos fatores a que está sujeita.

3.2. Amostragem

A intensidade amostral é demonstrada pelos descritores Erro Amostral e Suficiência Amostral para limite de erro de 20%. Utilizou-se esse valor de limite de erro amostral por ser usualmente utilizado em inventários comerciais e em licenciamento ambiental, servido como fonte de comparação.

Esses descritores foram calculados para as variáveis: Número de Indivíduos (n), Número de fustes (f), DAP, Altura total (Ht), Área Basal (AB) e Volume estimado (V). Na Tabela 11 pode-se verificar que o erro amostral ordenou-se da seguinte forma: altura total < DAP < número de indivíduos < número de fustes < área basal < volume estimado.

Ainda que apenas a altura total tenha apresentado erro amostral inferior aos 20%, aquele associado ao DAP esteve bem próximo.

Os valores referentes às variáveis resultantes de somatórias (volume, área basal, número de indivíduos e de fustes) foram superiores àqueles de variáveis de médias populacionais (DAP e Altura).

Tabela 11 – Descritores de intensidade amostral associados a variáveis dendrométricas de *Tibouchina pulchra* em avaliação de 18 fragmentos em *Tibouchinietum* amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC.

	Erro amostral (%)¹	Suficiência amostral
Número de indivíduos	24,3	25
Número de fustes	26,8	30
DAP	21,1	21
Altura total	19,2	17
Área Basal	29,0	35
Volume	32,1	42

¹: Erro amostral com probabilidade t ($\alpha=0,05$).

²: Suficiência amostral para erro amostral de 20%.

Caso se desejasse obter erro amostral compatível com procedimentos de licenciamento ambiental ou exploração madeireira a suficiência amostral seria alcançada com 35 parcelas no primeiro caso, em que a área basal é um forte indicador ambiental, ou 42 parcelas para se dimensionar a volumetria a um processo produtivo.

3.3. Métricas

Equações de Crescimento:

Para a compreensão do crescimento ao longo do tempo, foram realizadas regressões entre a idade presumida (I) das parcelas e as variáveis DAP médios (D) e área basal por hectare (G) das populações de *Tibouchina pulchra*, testando-se diversos modelos.

A Tabela 12 apresenta os modelos temporais para DAP médio em que os coeficientes estimados (b_0 , b_1 , etc.) são significativos a 5%. Em seguida apresentam-se os seus coeficientes de determinação (Raj^2).

A Equação 1 apresenta os coeficientes para o modelo destacado na Tabela 12, cujo Raj^2 foi mais elevado (0,89), sendo em seguida apresentada na Figura 14, com a curva resultante e a distribuição dos DAP médios das parcelas por suas idades presumidas.

Equação 1:

$$\frac{1}{D^2} = 0,0021996 + 0,0704469/I$$

D: diâmetro à altura do peito médio da população de *Tibouchina pulchra* (cm).

I: Idade de regeneração presumida do *Tibouchinietum* (anos).

Tabela 12 – Modelos de crescimento: equações testadas visando melhor ajuste entre dados de DAP médio (cm) de *Tibouchina pulchra* (D) e idade (anos) de regeneração presumida (I) provenientes de 18 fragmentos em *Tibouchinietum* amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC. (DAP ≥ 5 cm).

Equação	R_{aj}^2	Equação	R_{aj}^2
$\log(D) = b_0 + b_1 \log(I)$	0,7812	$\log(D) = b_0 + b_1 I + b_2 I^3$	0,7067
$D = b_0 + b_1 I + b_2 I^2$	0,6957	$\log(D/1+D) = b_0 + b_1 \log(I)$	0,7889
$D = b_0 + b_2 I^2 + b_3 I^3$	0,6128	$\log(D/1+D) = b_0 + b_1 \log(I) + b_2 I$	0,8467
$D = b_0 + b_3 I^3$	0,2935	$\log(D/1+D) = b_0 + b_1 I + b_2 I^2$	0,7511
$D = b_0 + b_2 I^2$	0,4329	$1/D = b_0 + b_1 \log(I) + b_2 I^2$	0,8343
$D = b_0 + b_1 \log(I)$	0,7384	$1/D^2 = b_0 + b_1 \log(I) + b_2 I^2$	0,8485
$D^2 = b_0 + b_1 \log(I)$	0,6608	$1/D^2 = b_0 + b_1 \log(I) + b_2 I$	0,8735
$\log(D) = b_0 + b_1 I$	0,5987	$1/D^2 = b_0 + b_1/I$	0,8950
$\log(D) = b_0 + b_1 I + b_2 I^2$	0,7377	$1/\log(D) = b_0 + b_1 \log(I)$	0,7888
$D = b_0 + b_1 I + b_3 I^3$	0,8139	$1/\log(D) = b_0 + b_1 \log(I) + b_2 I^{0,5}$	0,8527
$1/D = b_0 + b_1 I + b_2 I^2$	0,7512	$1/\log(D) = b_0 + b_1 \log(I) + b_2 I^2$	0,8313
$1/D = b_0 + b_1 \log(I)$	0,7883	$1/\log(D) = b_0 + b_1 \log(I) + b_2 I$	0,8462
$1/D^2 = b_0 + b_1 \log(I)$	0,7704	$1/D^2 = b_0 + b_1 \log(I) + b_2 I^3$	0,8269

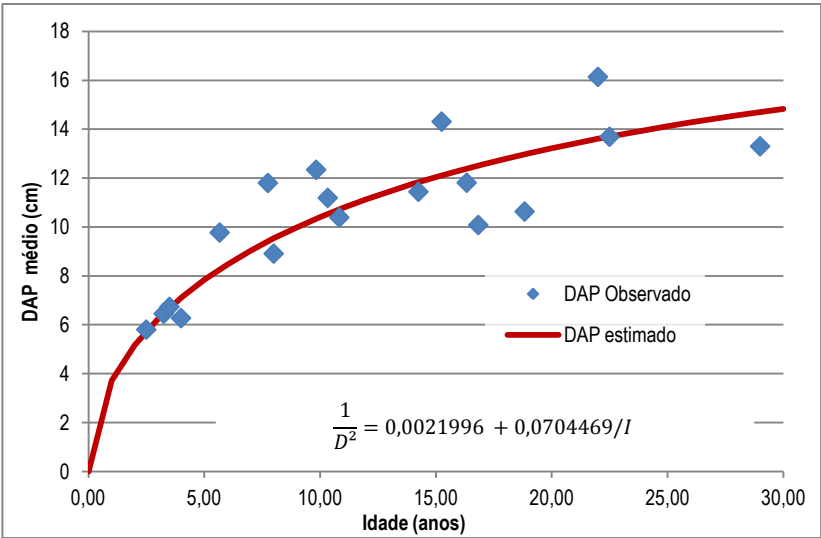


Figura 14 – Modelo de crescimento com melhor ajuste entre idade e DAP, para *Tibouchina pulchra* (DAP ≥ 5 cm) em populações de 18 fragmentos em *Tibouchinietum* amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC.

A Equação 1 como demonstrada à Figura 14, apresenta, dentro da faixa de idade estudada, uma padrão de crescimento em DAP dentro das premissas de desenvolvimento para organismos vivos, como exposto por Richards (1959) e destacada por Hosokawa *et al.* (2008). Entre elas, destaco que após um período de onde a taxa de crescimento anual é máxima, no auge do desenvolvimento dos indivíduos, existe uma paulatina diminuição dessa taxa até valores próximos a zero, conforme se tornam adultos e então senis. Os períodos de crescimento inicial, onde a taxa de crescimento é crescente, e de estagnação, onde a taxa de crescimento tende a zero e a expressão do crescimento é assintótica, não estão incluídas na curva. Possivelmente por ser anterior a superação da altura de 1,3 m e posterior às idades avaliadas, respectivamente.

Weber (2007) estudou o crescimento de *Mimosa scabrella*, espécie pioneira com dominância acentuada na formação inicial de florestas secundárias na tipologia Floresta Ombrófila Mista, com ciclo de vida e porte bastante similares aos de *T. pulchra*, sendo contudo muito mais manejada e pesquisada. Nesse estudo a autora desenvolveu equação de crescimento baseada na formulação original de Richards (1959), obtendo R^2 de 0,73 e resultados bastante próximos aos encontrados na Figura 14, dentro das amplitudes de DAP e idades aqui estudadas. Destaco, contudo, um possível desenvolvimento mais precoce de *T. pulchra*, que parece gerar ligeira vantagem de 2 a 4 cm DAP nas idades até 7-9 anos, mas que termina por volta dos 14 anos a ter o tamanho de seus diâmetros emparelhados com os de *M. scabrella*.

Entre os modelos de crescimento em Área Basal testados aquele que apresentou o R_{aj}^2 mais alto é exposto na Equação 2 com os seus coeficientes. Os demais modelos cujos coeficientes foram significativos a 5% constam da Tabela 13.

Equação 2

$$\log_{10}G = -0,1906 + 6,7929 \cdot \log_{10}I - 1,6904 \cdot I^{0,5}$$

G: Somatório da área basal dos indivíduos de *Tibouchina pulchra* (m²/ha).

I: Idade de regeneração presumida do *Tibouchinietum* (anos).

Tabela 13 - Modelos de crescimento: equações testadas visando melhor ajuste entre dados de Área Basal (m²/ha) de *Tibouchina pulchra* (D) e idade (anos) de regeneração presumida (I) provenientes de 18 fragmentos em *Tibouchinietum* amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC. (DAP ≥ 5 cm)

Equação	R _{aj} ²	Equação	R _{aj} ²
$G = b_0 + b_1I + b_2I^2$	0,6615	$\log(G)/\log(1+G) = b_0 + b_1\log(I)$	0,3858
$G = b_0 + b_1I + b_2I^3$	0,5784	$\log(G) = b_0 + b_1\log(I)$	0,3709
$G = b_0 + b_1\log(I) + b_2I^2$	0,7284	$\log(G)/\log(1+G) = b_0 + b_1\log(I) + b_2I$	0,7379
$G = b_0 + b_1\log(I) + b_2I$	0,7247	$\log(G)/\log(1+G) = b_0 + b_1\log(I) + b_2I^2$	0,6757
$G = b_0 + b_1\log(I) + b_2I^3$	0,6980	$\log(G)/\log(1+G) = b_0 + b_1\log(I) + b_2I^{0,5}$	0,7709
$\log(G) = b_0 + b_1I + b_2I^2$	0,6907	$\log(G) = b_0 + b_1\log(I) + b_2I^2$	0,8119
$G^2 = b_0 + b_1I^2 + b_2I^3$	0,2967	$\log(G) = b_0 + b_1\log(I) + b_2I$	0,8439
$G^2 = b_0 + b_1\log(I) + b_2I$	0,5395	$\log(G) = b_0 + b_1\log(I) + b_2I^3$	0,7689
$G = b_0 + b_1I^2 + b_2I^3$	0,4277	$\log(G) = b_0 + b_1\log(I) + b_2I^{0,5}$	0,8506
$G = b_0 + b_1\log(I)$	0,2076	$1/G = b_0 + b_1\log(I) + b_2I^{0,5}$	0,6711

A Figura 15 apresenta graficamente a equação com melhor ajuste entre a idade de regeneração presumida do *Tibouchinietum* e a área basal correspondente à população de *Tibouchina pulchra* nessa comunidade, trazendo ainda os valores de área basal encontrados em cada um dos fragmentos analisados.

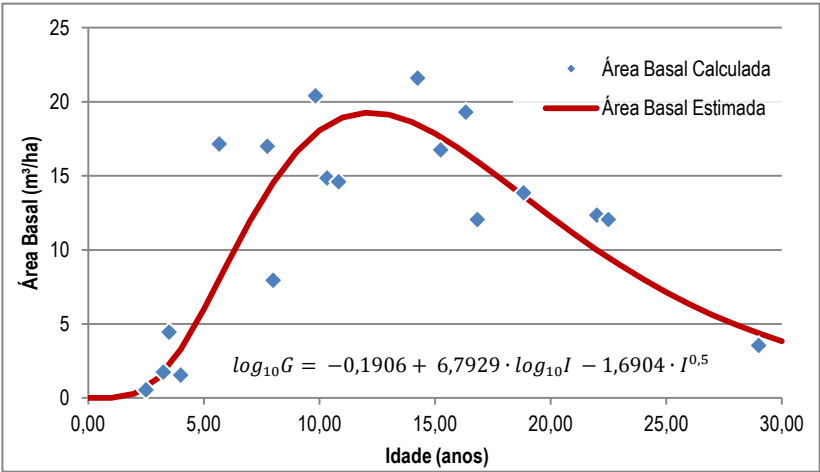


Figura 15 - Modelo de crescimento com melhor ajuste entre idade e Área Basal, para *Tibouchina pulchra* (DAP ≥ 5 cm) em populações de 18 fragmentos em *Tibouchinietum* amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC.

Siminski (2009) realizou regressão similar para descrever o comportamento de todas as espécies arbóreas ocorrentes no estado de Santa Catarina, agrupando-as segundo seu grupo ecológico sucessional. A partir das equações, por ele encontradas, para as espécies pioneiras e secundárias iniciais⁵, cujos R^2_{aj} foram de 0,92 e 0,85 respectivamente, pôde-se verificar que o comportamento da área basal segundo a idade do povoamento é bastante similar aquele encontrado à Figura 15: existe um período de elevação da área basal até um valor máximo para o grupo, sendo seguido então por período decrescente. Essa dinâmica populacional é mais detalhada no Capítulo 2.

De forma geral, o tempo decorrido e a área basal máxima são crescentes segundo a evolução dos estágios sucessionais. Assim, o pico de área basal de *T. pulchra* aos cerca de 11-12 anos estaria entre o pico encontrado por aquele autor para pioneiras e secundárias iniciais, coadunando as características ecológicas dessa espécie, que é mais longeva e de maior porte do que as pioneiras consideradas por ele, contudo menor e mais precoce que o total das secundárias iniciais.

Equações Hipsométricas:

Entre modelos de equações hipsométricas para estimar a altura total (Ht) média das árvores com base nos DAP, foram selecionados aqueles em que os coeficientes foram significativos a 5% (Tabela 14). Pode-se observar que o modelo a seguir apresentou o maior Coeficiente de Determinação.

$$1/(Ht-1,3) = b_0 + b_1 \log(D/(1+D)) + b_2 \log(D)$$

Sendo que a Equação 3: apresenta os coeficientes obtidos para esse modelo, que é uma modificação do modelo proposto por Emrović (Hosokawa *et al.*, 2008).

Equação 3:

$$\frac{1}{(Ht - 1,3)} = -2,1001 - 19,0078 \cdot \log_{10} \frac{D}{(1 + D)} + 1,4263 \cdot \log_{10} D$$

Sendo:

Ht = altura total

D = diâmetro à altura do peito

⁵ Siminski (2009) utiliza classificação sucessional ligeiramente distinta para *T. pulchra*, agrupando-a com espécies secundárias iniciais. Por isso a comparação supracitada é feita tanto com as secundárias quanto com as pioneiras.

Tabela 14 - Modelos hipsométricos: equações testadas visando melhor ajuste entre dados de Altura total média (Ht) e DAP médio (D) de *Tibouchina pulchra* provenientes de 18 fragmentos em *Tibouchinietum* amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC (DAP ≥ 5 cm).

Equação	R_{aj}^2	Equação	R_{aj}^2
$1/(Ht-1,3) = b_0 + b_1/D$	0,7281	$1/(Ht-1,3) = b_0 + b_1D$	0,5325
$Ht-1,3 = b_0 + b_1D + b_2D^2$	0,7001	$\log(Ht-1,3) = b_0 + b_1\log(D)$	0,6810
$Ht = b_0 + b_1D + b_2D^2$	0,7001	$\log(Ht-1,3) = b_0 + b_1\log(D/(1+D)) + b_2/D$	0,8084
$Ht = b_0 + b_1/D^2$	0,7023	$\log(Ht-1,3) = b_0 + b_1\log(D/(1+D))$	0,7490
$\log(Ht) = b_0 + b_1/D^2$	0,7882	$1/(Ht-1,3) = b_0 + b_1D + b_2D^2$	0,7549
$\log(Ht-1,3) = b_0 + b_1/D$	0,7547	$1/(Ht-1,3) = b_0 + b_1\log(D/(1+D)) + b_2\log(D)$	0,8126
$Ht-1,3 = b_0 + b_1D$	0,5297	$1/(Ht-1,3) = b_0 + b_1\log(D/(1+D))$	0,7207
$\log(Ht) = b_0 + b_1/D$	0,7495	$1/(Ht-1,3) = b_0 + b_1D + b_2D^3$	0,7370
$Ht = b_0 + b_1D$	0,5297	$1/(Ht-1,3) = b_0 + b_1\log(D) + b_2D^2$	0,7772
$\log(Ht) = b_0 + b_1\log(D)$	0,6788	$1/(Ht-1,3) = b_0 + b_1\log(D) + b_2D$	0,7897
$\log(Ht-1,3) = b_0 + b_1/D^2$	0,7970	$1/(Ht-1,3) = b_0 + b_1\log(D/(1+D)) + b_2D^2$	0,7952
$1/(Ht-1,3) = b_0 + b_1D^2$	0,4114	$1/(Ht-1,3) = b_0 + b_1\log(D/(1+D)) + b_2D$	0,8038

A Figura 16 mostra a dispersão da altura em função do DAP médio das árvores em de cada parcela, e a estimativa dessa relação obtida a partir da Equação 3:.

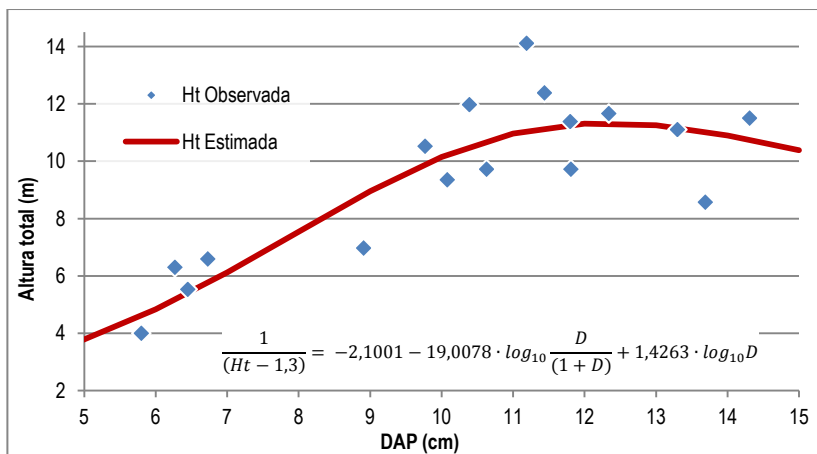


Figura 16 – Modelo hipsométrico com melhor ajuste entre DAP médio e altura total média, para indivíduos de *Tibouchina pulchra* (DAP ≥ 5 cm) em populações de 18 fragmentos em *Tibouchinietum* amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC.

A relação entre as variáveis é até certo momento crescente, ou seja, enquanto cresce uma cresce também a outra, até um pico aproximadamente aos 12 cm de DAP, quando a altura média aproxima-se de 12 m e ensaia uma queda. Em teoria, a altura total do indivíduo deveria manter-se em uma trajetória assintótica ao seu porte máximo, contudo não parece ser o que ocorre na média dos indivíduos.

Esta queda nos DAP mais elevados pode estar relacionada à estagnação dos indivíduos maiores a partir deste momento, enquanto os indivíduos menores iniciam um processo de desbaste natural, o que inclui quebra das copas em diferentes alturas, fazendo recuar a média.

De forma geral os dados apresentam menores desvios da linha da equação nos DAP menores, ao mesmo tempo em que em DAP maiores apresentam maiores dispersões. Esse resultado também foi apresentado graficamente por Rosa (2008) para quatro espécies da floresta de várzea da Amazônia Central, das quais duas são heliófilas.

Equações Volumétricas:

Para a determinação das equações volumétricas, iniciou-se pela realização de cubagem rigorosa em uma população. A distribuição diamétrica da população amostrada para o delineamento da cubagem segue uma distribuição com assimetria positiva, como pode ser visto na Figura 17, que também mostra o número de indivíduos sorteados para serem cubados por classe de DAP.

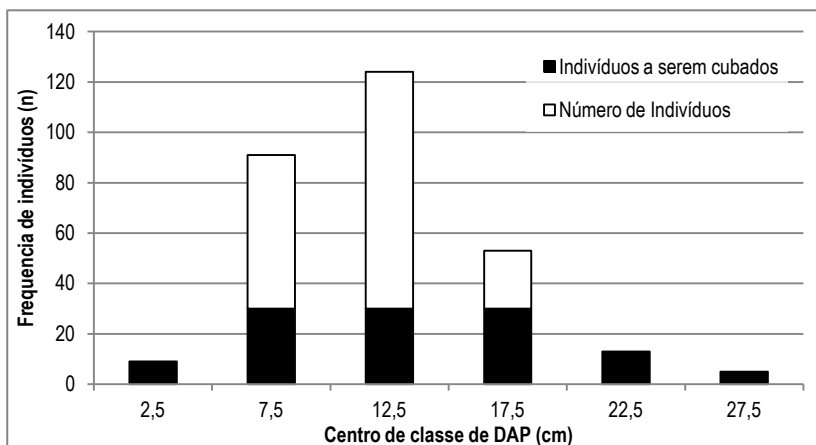


Figura 17 – Destaque para o número de indivíduos a serem cubados em distribuição diamétrica de *Tibouchina pulchra* em um fragmento em *Tibouchinietum* em Joinville – SC.

Como entre a amostragem de delineamento e a cubagem se passou cerca de um ano, realizou-se nova mensuração dos DAP no ato da derrubada. Em função disso pode-se constatar eventual mortalidade e crescimento de indivíduos, causando ligeira alteração no número de fustes cubados por classe de DAP⁶ e resultando em alteração nas frequências demonstradas na Figura 17. Durante a análise desses dados, foram também alterados os limites de classes, para melhor visualizar os resultados, gerando os dados atualizados que constam na Tabela 15. Essa tabela ainda demonstra o volume médio por fuste.

Tabela 15 - Frequência e volumetria por classe diamétrica para 105 fustes cubados de *Tibouchina pulchra* em uma população em Joinville – SC

DAP (cm)	Nº de fustes cubados	Volume médio por Fuste (m³)
0 - 3	1	0,013720
3 - 6	3	0,008727
6 - 9	20	0,022814
9 - 12	19	0,049812
12 - 15	18	0,114743
15 - 18	18	0,173893
18 - 21	11	0,233727
21 - 24	8	0,377990
24 - 27	5	0,490430
27 - 30	1	0,779069
30 - 33	1	0,577187
TOTAL	105	

Para estimar o volume total de lenha que pode ser fornecido por um indivíduo em função de seu DAP e altura total, testaram-se, com os dados da cubagem rigorosa, modelos de equação volumétricas. Na Tabela 16, aqueles em que os coeficientes (b_0 , b_1 etc.) não foram

⁶ A maior alteração que houve entre o número de indivíduos previamente sorteados e os de fato cubados, foi o decréscimo de três indivíduos na primeira classe. Assim, ainda que se tenha alterado ligeiramente a proporção dos indivíduos que realmente foram cubados, bem como o limite das classes utilizadas, preservou-se a Figura 17 por conter a distribuição diamétrica original da população avaliada.

significativos a 5% são seguidos por *. Aqueles modelos cujos coeficientes associados às variáveis (D ou Ht) não foram significativos foram descartados e seu coeficientes de correlação ajustado (R_{aj}^2) é seguido por *. Verificou-se que a equação proposta por Spurr ofereceu o melhor coeficiente de correlação, sendo aquela destacada na Tabela 16.

Tabela 16 - Modelos volumétricos: equações testadas visando melhor ajuste entre dados de Volume calculado (V) com Altura total média (Ht) e DAP médio (D) provenientes de cubagem de 105 fustes de *Tibouchina pulchra* (DAP \geq 5 cm) em população em Joinville – SC.

Equação	R_{aj}^2
$V = b_0 * + b_1 D * + b_2 D^2 * + b_3 D Ht * + b_4 D^2 Ht * + b_5 Ht *$	0,9474*
$V = b_0 * + b_1 D * + b_2 D^2 * + b_3 D Ht * + b_4 D^2 Ht$	0,9478*
$V = b_0 * + b_1 D^2 + b_2 D Ht * + b_3 D * + b_4 D^2 Ht^2$	0,9476
$V = b_0 + b_1 D^2 + b_2 D Ht + b_3 D$	0,9444
$V = b_0 + b_1 D$	0,8490
$V = b_0 * + b_1 D^2 Ht$	0,9476
$V = b_0 * + b_1 D + b_2 D^2$	0,9336
$V = b_0 + b_1 D^2$	0,9276
$\log(V) = b_0 + b_1 \log(D) + b_2 \log(D^2) * + b_3 \log(Ht) + b_4 \log(Ht^2) *$	0,9315*
$\log(V) = b_0 + b_1 \log(D) + b_2 \log(Ht)$	0,9315
$\log(V) = b_0 + b_1 \log(D^2 Ht)$	0,9320
$\log(V) = b_0 + b_1 \log(D) + b_2 D$	0,9290
$\log(V) = b_0 + b_1 \log(D)$	0,9070
$V = b_0 * + b_1 D / Ht$	0,1999
$V = b_0 + b_1 D Ht$	0,8951

A Equação 4 a seguir apresenta os coeficientes obtidos para o modelo 6, sendo que ela já realiza a correção do DAP de centímetros para metros.

Equação 4:

$$V = 3,722 \cdot 10^{-3} + 4,533 \cdot 10^{-5} \cdot D^2 \cdot Ht$$

Sendo:

V: volume de material lenhoso de um indivíduo de *Tibouchina pulchra*, em m³.

D: diâmetro à altura do peito do indivíduo, em cm.

Ht: altura total do indivíduo, em m.

A Figura 18 projeta os volumes individuais resultantes da equação acima calculados para cada indivíduo, demonstrando tendência hiperbólica ou exponencial.

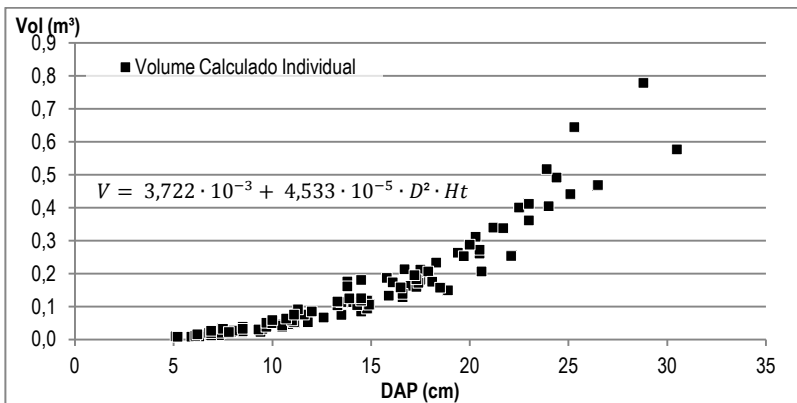


Figura 18 - Distribuição de volumes individuais calculados para fustes de *Tibouchina pulchra* em função de seus DAP. Dados obtidos a partir de regressão dos DAP e Altura Total de 105 fustes, em uma população em Joinville – SC.

A Figura 19 demonstra a dispersão dos volumes individuais de calculados para os 105 fustes cubados em relação à reta que equação representa ao ser linearizada pela substituição do produto de DAP^2 e altura total por α ($\alpha = DAP^2 \cdot Ht$). Enquanto a Figura 20 mostra a dispersão dos erros associados aos volumes estimados pela Equação 4 em comparação aos volumes totais obtidos por meio da cubagem rigorosa.

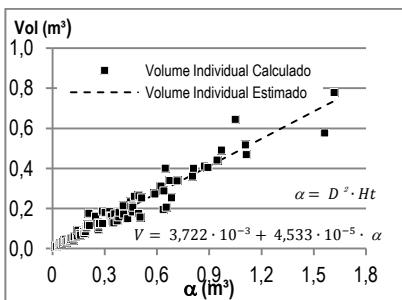


Figura 19 – Dispersão dos volumes individuais calculados para 105 fustes de *Tibouchina pulchra* cubados em uma população em Joinville - SC, em relação ao volume individual estimado pela equação em destaque.

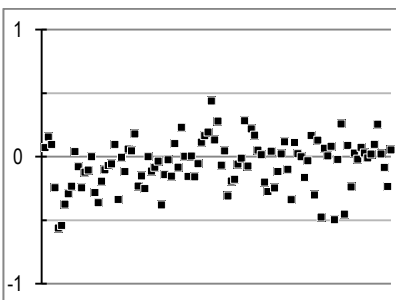


Figura 20 - Dispersão dos erros entre volumes: individual total calculado e estimado para 105 fustes de *Tibouchina pulchra* em uma população em Joinville - SC.

Pela Figura 19 é possível notar a princípio os volumes calculados apresentam pouca dispersão dos dados estimados. Especialmente nos menores volumes, onde há grande concentração de dados e menores dispersões da reta. Ainda assim, mesmo nos volumes intermediários, grande maioria dos dados não se distancia muito da reta e apenas os volumes individuais próximos ou maiores a 0,6 m³ têm baixa concentração de dados. Essa conformação demonstra que existe boa adesão dos dados à estimativa e que conforme aumentam os volumes calculados, menor é a quantidade de dados suportando-os, podendo apresentar maiores erros.

Por sua vez a Figura 20 demonstra que existe bom equilíbrio entre a dispersão dos dados acima e abaixo de zero. Contudo existe uma concentração ligeiramente maior de erros negativos, o que pode sugerir que a equação tende superestimar ligeiramente o volume no conjunto da população.

Como a Equação 4 pode ser linearizada, como realizado na Figura 19, e como sua intersecção com eixo vertical é muito próximo à origem do eixo horizontal, a relação entre o volume estimado e o produto do DAP quadrático com altura total é quase uma proporção direta perfeita, assim poder-se-ia obter o volume através de um fator de forma (*ff*) para espécie, simplificando a utilização da Equação 4.

Sendo:

$$V = b_0 + b_1 \cdot D^2 \cdot Ht = \frac{D^2 \pi}{4} \cdot Ht \cdot ff$$

Desprezando-se b_0 , teríamos:

$$ff = \frac{4 b_1 \cdot D^2 \cdot Ht}{\pi \cdot D^2 \cdot Ht} = > \frac{4 b_1}{\pi}$$

Desprezando-se b_0 , teríamos $ff = 4 b_1 / \pi$, ou seja, $5,772 \cdot 10^{-5}$. Contudo, se para na entrada da fórmula os DAP forem convertidos para metros, homogeneizando as medidas:

$$ff = 0,5772.$$

Ou seja, o *ff* pressupõe que o volume real do fuste representa apenas 58% do volume cilíndrico projetado pelo DAP e Ht.

$$V = 0,5772 \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot Ht$$

Sendo: Ht: altura total do fuste, em m.

D: diâmetro à altura do peito do fuste, em m.

V: volume de material lenhoso de um fuste de *Tibouchina pulchra*, em m³.

A partir das estimativas de volumetria individual, calculou-se a volumetria individual média para cada uma das 18 parcelas amostradas, resultando na Figura 21. Ela ainda compara a distribuição volume individual médio calculado por parcela e a curva de crescimento do volume individual estimado por meio do uso das equações 3 e 4, em função do crescimento do DAP. O ajuste dos volumes calculados à curva seguiu o mesmo padrão encontrado à Figura 19.

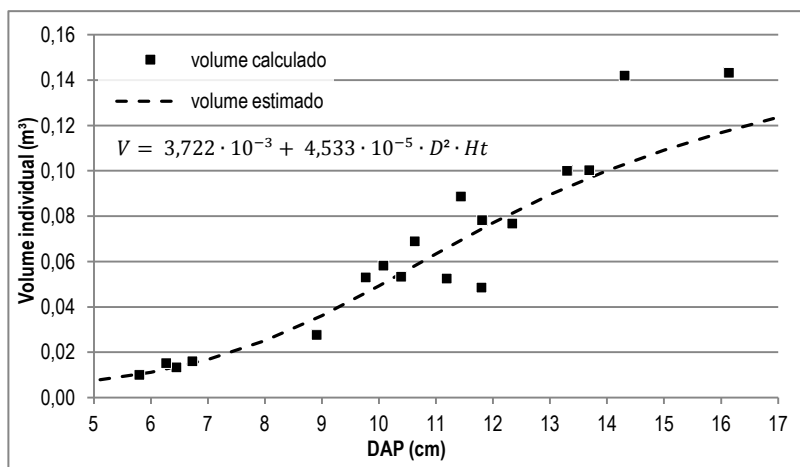


Figura 21 - Relações volumétricas: a distribuição do volume individual médio calculado para 18 parcelas e a curva de crescimento do volume individual estimado pelo modelo com melhor ajuste entre DAP, altura total e volume individual, para indivíduos de *Tibouchina pulchra* amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC. (DAP \geq 5cm).

Com intuito de estimar a volumetria passível de obtenção por área florestal de *Tibouchinietum* foram testadas equações que incorporassem, além das variáveis hipsométricas (DAP e Ht), variáveis que expressassem a densidade absoluta de indivíduos (N/ha), como a área basal por hectare (G). Foram testados modelos que agregassem essas variáveis de modo a aproximar-se das dimensões de Y (volume por área). A Tabela 17 apresenta os modelos matemáticos testados visando tais associações. As equações em que algum coeficiente não tenha sido significativo a 5% são seguidas do sinal *. Em função de seus coeficientes de determinação (R_{aj}^2) mais elevados, bem como por terem parâmetros de estimação distintos foram escolhidos os modelos em negrito.

Tabela 17 - Modelos volumétricos: equações testadas visando melhor ajuste entre dados de Volume por hectare (V/ha) com Altura total média (Ht), DAP médio (D), Área Basal (G) ou densidade absoluta (N/ha) de *Tibouchina pulchra* (DAP ≥ 5 cm) provenientes de 18 fragmentos em *Tibouchinietum* amostrados nos municípios de Joinville e Garuva – SC.

Equação	R_{aj}^2
$V/ha = b_0 + b_1 G$	0,9716
$V/ha = b_0 + b_1 \log(G)$	0,7878
$\log(V/ha) = b_0 + b_1 \log(G)$	0,9904
$\log(V/ha) = b_0 + b_1 G$	0,8494
$V/ha = b_0 + b_1 N/ha$	0,5358
$V/ha = b_0 + b_1 N/ha^* + b_2 G$	0,9722*
$\log(V/ha) = b_0 + b_1 \log(G) + b_2 N/ha^*$	0,9912*
$V/ha = b_0 + b_1 N/ha^* + b_2 G Ht$	0,9345*
$V/ha = b_0^* + b_1 G Ht$	0,9386
$V/ha = b_0 + b_1 \log(G Ht)$	0,7826
$\log(V/ha) = b_0^* + b_1 \log(G Ht)$	0,9909
$V/ha = b_0 + b_1 D^2 Ht$	0,3893
$V/ha = b_0 + b_1 D^* + b_2 Ht$	0,5561*
$V/ha = b_0 + b_1 D^{2*} + b_2 Ht$	0,5416*
$V/ha = b_0 + b_1 D + b_2 Ht^* + b_3 N/ha$	0,8164*
$V/ha = b_0 + b_1 D^2 + b_2 N/ha$	0,8271
$V/ha = b_0 + b_1 D + b_2 N/ha$	0,8257
$V/ha = b_0 + b_1 D^2 Ht + b_2 N/ha$	0,8440
$\log(V/ha) = b_0 + b_1 D^2 Ht + b_2 N/ha$	0,9255
$\log(V/ha) = b_0 + b_1 \log(DHt) + b_2 N/ha$	0,9406

De forma geral, os modelos de volumetria por hectare (V/ha) apresentaram alta correlação ($R_{aj}^2 \geq 0,8$) quando elaboradas apenas em função da área basal por hectare (G) (quatro primeiros modelos), tendo sempre coeficientes significativos a 5%. Esses altos coeficientes já eram esperados, já que ambas variáveis são somatórios da expressão do porte de todos os indivíduos de determinada área.

A multiplicação pela Altura Total (Ht) introduz teoricamente a terceira dimensão ao modelo. Contudo, quando é feito, pode-se notar, ao se comparar entre mesmos tipos de modelos (linear – linear, logarítmico – logarítmico, etc.), que não há muita variação nos coeficientes R_{aj}^2 . No entanto, o mesmo padrão de associações pode ser observado, isto é, o R_{aj}^2 do modelo 3 $> 1 > 2$ da mesma forma que 11 $> 9 > 10$. Assim, a Equação 5e a Equação 6 apresentam os coeficientes para os modelos em função de G e G^*ht , respectivamente.

Equação 5:

$$\log_{10} V/ha = 0,62287 + 1,18081 \cdot \log_{10} G$$

Equação 6:

$$\log_{10} V/ha = -0,003838 + 0,899743 \cdot \log_{10} (G \cdot Ht)$$

V/ha: Volume de material lenhoso de *Tibouchina pulchra* (m³/ha).

G: Somatório da área basal dos indivíduos de *Tibouchina pulchra* (m²/ha).

Ht: altura total média da população de *Tibouchina pulchra* (m).

A substituição de G pelas variáveis: diâmetro à altura do peito médio (D) e densidade absoluta (N/ha) nos últimos seis modelos mantém a dimensão métrica horizontal, porém em nível individual, juntamente com a representação do quantitativo populacional. Estes modelos também mantiveram alta correlação ($R_{aj}^2 \geq 0,8$) com V/ha. A Equação 7 apresenta os coeficientes determinados para o último modelo que apresentou a melhor correlação.

Equação 7:

$$\log_{10} V/ha = -1,567 + 4,166 \cdot 10^{-4} \cdot N/ha + 1,417 \cdot \log_{10} (D \cdot Ht)$$

V/ha: volume de material lenhoso de *Tibouchina pulchra* (m³/ha).

N/ha: densidade absoluta de *Tibouchina pulchra* (indivíduos/ha).

D: diâmetro à altura do peito médio da população de *Tibouchina pulchra* (cm).

Ht: altura total média da população de *Tibouchina pulchra* (m).

Os modelos em que foram incluídas as variáveis independentes N/ha e G, para correlacionar com V/ha, obtiveram ao menos algum coeficiente não significativo. Acredita-se que se devem pela redundância da dimensão relacionada ao quantitativo populacional.

Da mesma forma, os modelos que incorporaram as variáveis D e Ht de forma aditiva também tiveram ao menos algum coeficiente não significativo a 5%. Contrastam com esta constatação, aqueles que utilizaram o produto destas variáveis (modelos 12 e 18-20) sempre tiveram seus coeficientes significativos, ainda que aquele que não incorporou a densidade absoluta (modelo 12) tenha apresentado baixa correlação ($R_{aj}^2 = 0,4$). O inverso também ocorreu: o modelo 5 que pretende explicar a variação de V/ha apenas N/ha também obteve coeficiente de determinação baixo ($R_{aj}^2 = 0,5$).

4. CONCLUSÕES

A partir de dados obtidos em inventário de 18 porções da formação florestal secundária com alta dominância de *Tibouchina pulchra*, aqui denominada de *Tibouchinietum*, que ocorreram entre três e 29 anos de regeneração, e cubagem rigorosa de 105 indivíduos de *Tibouchina pulchra* em uma população, pôde-se concluir que:

- Existe forte correlação entre as variáveis relacionadas à circunferência do fuste (DAP e Área Basal) com o tempo de regeneração do *Tibouchinietum* (Idade), pois tanto na correlação entre a Idade e DAP, quanto entre Idade e Área Basal, valores muito elevados ($R_{aj}^2 > 0,8$);
- A utilização da equação de crescimento desenvolvida ($\frac{1}{D^2} = 0,0021996 + 0,0704469/I$) pode gerar estimativas do desenvolvimento do DAP de *Tibouchina pulchra* em função da idade do fragmento (tempo de regeneração). Por sua vez, a equação: $\log_{10}G = -0,1906 + 6,7929 \cdot \log_{10}I - 1,6904 \cdot I^{0,5}$, correlacionou melhor área basal e a idade do fragmento;
- Tanto a relação entre as variáveis hipsométricas, quanto entre as volumétricas, houve forte correlação, podendo-se desenvolver ao menos um modelo matemático com coeficiente de determinação muito elevado ($R_{aj}^2 > 0,8$);
- $\frac{1}{(Ht-1,3)} = -2,1001 - 19,0078 \cdot \log_{10} \frac{D}{(1+D)} + 1,4263 \cdot \log_{10}D$ pode ser utilizada como equação para correlacionar as variáveis hipsométricas;
- A volumetria do fuste individual de *Tibouchina pulchra* pode ser estimada de forma simples pela equação $V = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot Ht \cdot ff$, tendo por fator de forma (ff) = 0,5772, desde que a entrada das demais variáveis ocorra em metros;
- A volumetria estimada por unidade de área apresentou o melhor ajuste à entrada simples e linear da Área Basal, conforme a equação: $\log_{10}V/ha = 0,62287 + 1,18081 \cdot \log_{10}G$, ainda que equações que considerem outras variáveis também demonstrem bom nível de correlação, podendo ser utilizadas caso se deseje incluir outros parâmetros de análise.
- Assim considera-se que se obteve conjunto de equações suficientes para subsidiar as avaliações de ecologia e de manejo florestal redigidas nos Capítulos 2 e 4.

CAPÍTULO 4. MANEJO DA *Tibouchina pulchra*.

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica sofreu ao longo dos séculos XIX e XX drástica redução na sua área de ocorrência com reflexos em sua composição e biodiversidade, fato similar ao que ocorre atualmente em outras florestas tropicais primárias megadiversas do mundo, como na Amazônia e no sudeste asiático (Dean, 1996). Um processo importante na dinâmica deste tipo florestal é a fragmentação. Segundo Ribeiro *et al.* (2009) 83% dos fragmentos florestais existentes no domínio do bioma Mata Atlântica são menores de 50 hectares, ou seja, pequenos fragmentos. Esta redução foi promovida visando o provimento de produtos madeireiros e disponibilização de espaço para atividades humanas, pois ocorre junto às áreas de maior ocupação brasileira. Além da perda instantânea de biodiversidade sofrida pela drástica redução dos habitats naturais, a fragmentação dos remanescentes primários e das florestas secundárias leva à contínua perda de diversidade destas populações, em especial às espécies de floresta clímax e de ciclo longo.

Hutton & Leader-Williams (2003) discutem como a conservação de espécies é unânime entre as pessoas que se preocupam com o bem estar alheio, contudo usualmente sua interpretação de uso sustentável costuma ser díspar e as estratégias de conservação adotadas controversas.

Na Mata Atlântica, o panorama não é distinto. Desde 1990, com o decreto 99.547 que “*dispõe Sobre a Vedação do Corte, e da Respectiva Exploração, da Vegetação Nativa da Mata Atlântica*”, a estratégia de conservação adotada em mais ampla escala na Mata Atlântica é a restrição ou inibição dos direitos relativos à supressão de espécies nativas, sejam pela derrubada total da vegetação, ou mesmo por sistemas de manejo florestal seletivo. Como estratégias complementares, o sistema de áreas protegidas foi ampliado e outras diversas ações propositivas foram criadas ou ampliadas, como pagamentos por serviços ambientais, incentivos ao extrativismo sustentado, educação ambiental, entre outros. Contudo, essas ações normalmente têm um caráter pontual e localizado, enquanto a restrição de direitos é empregada de forma ampla, atingindo todos imóveis. A Lei da Mata Atlântica, de 2006, reforça este sistema de restrição de direitos, ainda que preveja algumas exceções, como em áreas urbanas. Os instrumentos de gestão que dão suporte ao arcabouço legal de manejo das florestas neste bioma

na região, reduzindo sobremaneira os serviços ambientais prestados pela cobertura florestal.

Por outro lado, as florestas secundárias apresentam rápido incremento com considerável diversidade de espécies e distintos potenciais de utilização. Fantini & Siminski (2007) e Schuch *et al.* (2008) consideram que as florestas secundárias da Mata Atlântica, apesar de sua proximidade aos centros consumidores nunca chegaram a realizar seu potencial econômico madeireiro, pelo suprimento de outras fontes, especialmente oriundo de florestas primárias e o reflorestamento.

O Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (2011) indica que o estado tem 36,8% de cobertura florestal, dos quais 95% é floresta secundária. Ainda demonstra que estes remanescentes se comportam como florestas vazias, pois sofrem com a pressão negativa do gado no sub-bosque. O ecossistema com maior cobertura proporcional à sua área de abrangência é a Floresta Ombrófila Densa que ocupa quase 54%. Schuch (2010) demonstrou o potencial de produção de madeira serrada a partir de três espécies (*Hieronima alchiorneoides*, *Miconia cinnamomifolia* e *Nectandra* ssp.) em densidade e dominância nos estágio avançado de regeneração secundária (33 anos de regeneração). Considerando que o tempo de desenvolvimento das espécies citadas por Schuch (2010) é demasiado longo para obtenção de uma primeira renda, buscou-se alternativa de manejo madeireiro que pudesse oferecer uma oportunidade ao pequeno agricultor utilizando o arranjo florístico de estágios sussecionais menos desenvolvidos. Assim, uma das premissas deste trabalho é que a geração de renda precoce no manejo desse ecossistema é uma estratégia de contribuir com sua permanência (sua conservação) e posterior desenvolvimento (sua restauração).

Klein (1980) denominou de *Tibouchinietum*, o estágio sucessional dominado por *Tibouchina pulchra* em associação com outras espécies pioneiras, sendo comumente encontrado no litoral norte catarinense. Como verificado no Capítulo 2, neste ambiente a importância da espécie é notável, podendo corresponder a mais de 80% da área basal da comunidade e 80% dos indivíduos arbóreo-arbustivos. Contudo tem ciclo de vida relativamente rápido, com declínio a partir dos 15 anos, quando seu porte médio é de 10 cm de DAP e 11 m de altura e existe prolífica regeneração de espécies secundárias e climácicas. Com o avançar da idade alguns indivíduos conseguem permanecer até por volta de 30 anos, quando chegam até 15 m de altura e DAP de 35 cm, porém baixando sua frequência e área basal para 13% e 14%, respectivamente.

Desta forma, considerando sua dominância, sua precocidade de desenvolvimento e seu curto ciclo de vida e seu porte médio, estudou-se

um sistema de manejo focado em madeira roliça de pequeno diâmetro, como escoras, palanques, lenha e carvão, mas podendo também atender em menor escala demandas de madeira roliça para construção civil, como varas e colunas.

O *Tibouchinietum* conta com rica regeneração de espécies secundárias iniciais de alto potencial madeireiro, como *Miconia cinnamomifolia* e *Hieronima alchorneoides*, assim métodos de manejo do ecossistema que visem melhorar sua taxa de incremento podem favorecer a restauração ecossistêmica e diminuir o tempo de um próximo ciclo de corte visando essas madeiras para serraria. Por outro lado, sendo a *T. pulchra* uma espécie que tem boa rebrotação, sistemas estáticos baseados apenas na extração de madeira roliça fina poderiam realizar um maior rendimento no curto prazo.

Segundo Brown & Lugo (1990) estimam que 30% da produção de florestas tropicais são originadas de formações secundárias, contudo Ferreira *et al.* (1999), considera que com a crescente demanda será inevitável o aumento na exploração destas áreas. Ainda assim adverte que a produção existente ocorre de forma empírica, ressaltando a importância de se aumentar a pesquisa de dinâmica em florestas secundárias.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A partir de inventário florestal amostrando os distintos estágios de desenvolvimento de sítios de *Tibouchinietum* nos municípios de Garuva e Joinville, foram estimadas as idades de regeneração da vegetação secundária de fragmentos e testados modelos sobre o padrão de crescimento da *Tibouchina pulchra* em seu interior, como visto no Capítulo 3. Nas unidades amostrais utilizadas naquele capítulo, além dos dados de DAP, altura e espécie previamente relatados na metodologia do capítulo, foram tomados dados de todos os indivíduos com altura superior a 1,3 metros, foram estimadas adicionalmente quantas peças roliças retilíneas — escoras ($5 < \varnothing < 12$ cm e comprimento = 3,5 m) ou linha (12 cm $< \varnothing$ e comprimento = 3,5 m) — seria possível serem obtidas por indivíduo. Ainda naquele capítulo, foram agregadas informações de cubagem rigorosa de 105 fustes pertencentes a uma população, sendo seguido de teste de modelos volumétricos.

Utilizando-se dos modelos de crescimento da espécie se realizou cálculo do Incremento Médio Anual (IMA) e do Incremento Corrente Anual (ICA), com a finalidade avaliar o ápice do desenvolvimento madeireiro. Ressalto que o modelo de crescimento de *T. pulchra* foi

definido com base no tempo presumido de regeneração de 18 fragmentos de idades distintas, como consta no Capítulo 3. O IMA foi estimado anualmente para os parâmetros DAP médio, volume médio do indivíduo e volume total por hectare, utilizando-se suas equações de crescimentos (Capítulo 3) e por meio de cálculo da diferença obtidas entre dois anos seguidos (duas idades consecutivas).

Como amplamente utilizado no gerenciamento florestal (Rodrigues, 1991; Jorge 2003; Hosokawa *et al.*, 2008), inferiu-se um intervalo de corte (IC) entre o ápice do incremento corrente da espécie e momento em que o incremento corrente passaria a ser inferior ao incremento médio. Os incrementos volumétricos são apresentados em função do DAP médio ou área basal, como forma de se estimar o incremento de populações com idade desconhecida.

Com base na cubagem rigorosa de *Tibouchina pulchra*, como demonstrada no Capítulo 3, calculou-se o volume lenhoso total por classe de diâmetro (V_{cl}) e o volume lenhoso médio por indivíduo (\bar{V}), segundo sua classe de diâmetro. Também nessa cubagem extraiu-se sortimento pressupondo interesse principal em peças roliças do fuste retilíneo, com preferência escoras e linhas de 3 m de comprimento, sendo calculado o volume total das peças ($V_{peças}$). Por fim para estimar quanto do volume total restaria após a retirada das peças, calculou-se o volume de lenha (V_{lenha}).

Em seguida estratificou-se o sortimento com base na nomenclatura usada em madeireiras de Florianópolis para de peças de eucalipto, a saber: Escora: diâmetros entre 5 e 12 cm; Vara fina: diâmetros entre 12 e 15 cm; Vara grossa: entre 15 cm e 20 cm; Madeira para serraria: diâmetro superior a 20 cm. Essa estratificação visou compreender a frequência com que cada peça ocorria com relação às classes de DAP dos fustes.

2.1. **Estudo de caso: manejo ecossistêmico com finalidade de produção inicial de *Tibouchina pulchra*.**

Em uma propriedade em Garuva, cujo solo é Cambissolo (Ca 4) com drenagem moderada, faz-se o manejo florestal do ecossistema visando obtenção de escoras de *Tibouchina pulchra* como primeiro ciclo de renda, realizou-se pequeno estudo de caso junto com o proprietário para caracterizar o sistema de produção. Também foram instaladas quatro parcelas em quatro de seus fragmentos (parcelas 1, 2, 16 e 18). Elas foram comparadas com *Tibouchinietum* não manejado, onde houve o desenvolvimento natural da espécie. Como estes fragmentos se

encontravam em estágio de arvoretas, o contraste foi feito com os dados dos fragmentos não manejados no mesmo estágio (parcelas 3, 7, 8 e 15).

Dentre as áreas manejadas, duas parcelas – 16 e 18 – passaram por processo de exploração anteriormente, sendo a primeira por um ciclo de corte e a segunda por três ciclos. As outras duas parcelas (1 e 2) não sofreram exploração até o momento da coleta de dados e estavam em estágio de desenvolvimento adequado para exploração na visão do produtor. Tratou-se de forma distinta as parcelas que receberam extração, quando pertinente.

Realizou-se t-teste para verificação de diferenças significativas, dos descritores dendrométricos (DAP, altura total, volume individual) e demográficos (densidade absoluta, área basal, volume por hectare), comparativamente entre as áreas promovidas e naturalmente regeneradas. Também foram se calculou descritores de diversidade da vegetação acima de 5 cm de DAP, como indicadores do nível de comprometimento das intervenções à diversidade desse grupo florístico.

Foi realizada uma pequena abordagem a respeito do possível impacto resultante da extração de peças roliças de *Tibouchina pulchra*, quer sejam escoras, linhas ou ambas. Esse impacto foi medido por meio da avaliação da porcentagem da área basal passível de retirada em relação à área basal total da espécie ou comunidade. Realizou-se esse estudo para áreas de *Tibouchinieta* em estágio de arvoretas naturalmente regeneradas e promovidas. Nessas últimas, segregaram-se ainda as áreas pré-exploração e as áreas que passaram por ao menos um ciclo de extração madeireira. Ainda a título de comparação, realizou-se o mesmo cálculo para uma área em estágio arbóreo-pioneiro onde se realizou estudo de cubagem de *Tibouchina pulchra*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos modelos de crescimento e volumétricos testados no Capítulo 3, estimou-se o Incremento Médio Anual (IMA) e Incremento Corrente Anual (ICA), para verificar se existe um Intervalo de Corte (IC) de máximo rendimento, entre o ponto máximo de ICA e a interseção de IMA e ICA. Avaliou-se o Incremento em relação às variáveis DAP e do Volume individual, como se pode verificar nas Figuras 23 e 24.

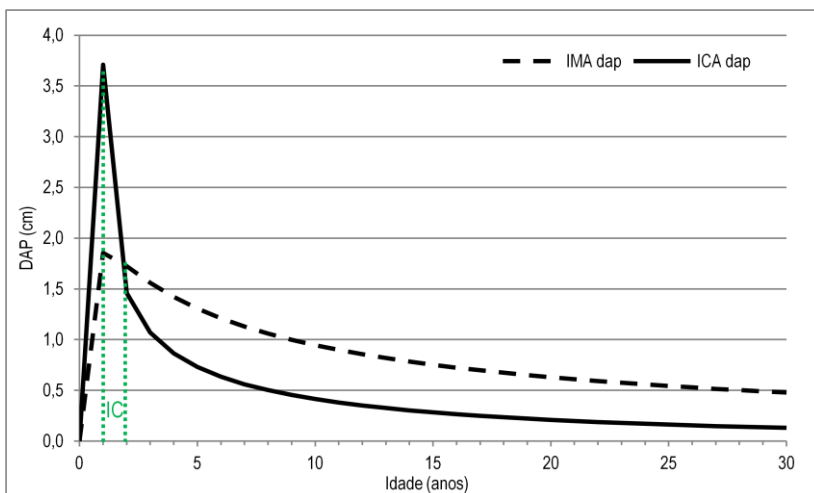


Figura 23 - Curvas de incremento do DAP médio de *Tibouchina pulchra*: Incremento Médio Anual e Incremento Corrente Anual, estimadas com base na idade e dendrometria obtidas em 18 parcelas localizadas nos municípios de Joinville e Garuva – SC.

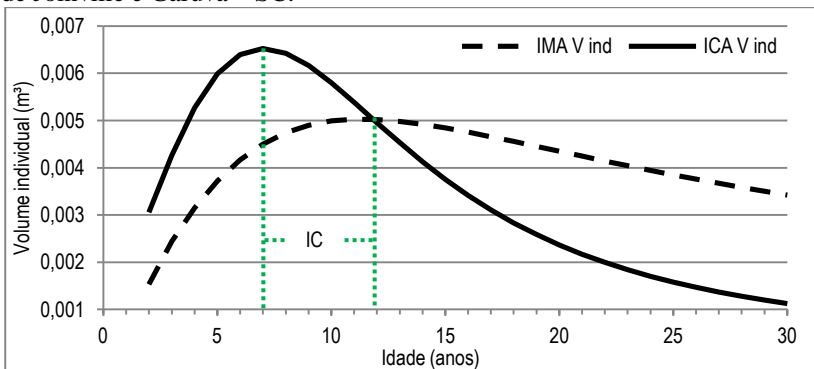


Figura 24 - Curvas de incremento do volume médio de indivíduos de *Tibouchina pulchra*: Incremento Médio Anual e Incremento Corrente Anual, estimadas com base na idade e dendrometria obtidas em 18 parcelas localizadas nos municípios de Joinville e Garuva – SC.

Pode-se verificar nas Figuras 23 e 24, que o Intervalo de Corte é distinto conforme se analise o incremento para DAP médio ou Volume Total médio, estando de acordo com a ordem de culminância do crescimento esperada (Jorge, 2003). Na primeira figura em comento, o incremento em diâmetro nos dois primeiros anos é máximo reduzindo-se para quase estabilizar em seguida, sugerindo um IC, entre os dois e três

anos de idade. Contudo, ao se aplicar a Equação 1, obteríamos a esta idade DAP médio de 5,2 a 6,2 cm, junto ao limite mínimo de diâmetro das escoras (peça roliça de menor diâmetro). Ao focarmos no IC inferido por meio da estimativa do Volume individual, entre 7 e 12 anos de idade obteríamos DAP entre 9,0 e 11,1 cm.

Ao se ajustar o incremento em volume individual como função do crescimento em diâmetro das árvores, obtém-se um intervalo de corte aproximado entre 11 e 17 cm de DAP, ou a partir de 11 anos de idade (Figura 25).

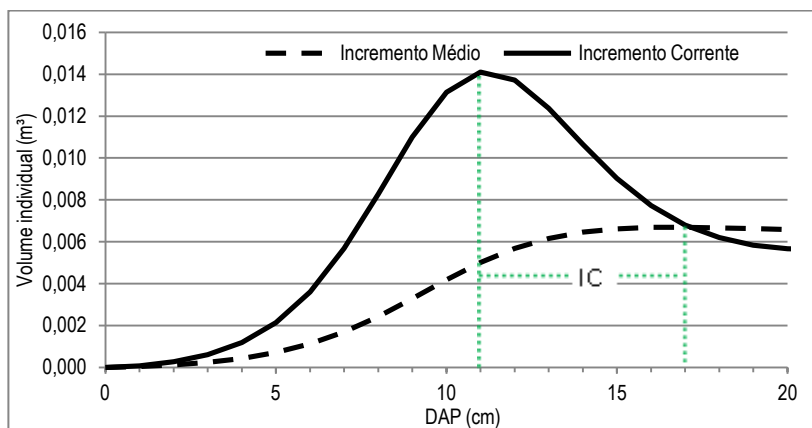


Figura 25 - Curvas de incremento do volume médio de indivíduos de *Tibouchina pulchra* segundo seu DAP, estimadas com base na dendrometria obtidas em 18 parcelas localizadas nos municípios de Joinville e Garuva – SC.

Na Figura 26, verifica-se o comportamento das taxas de ICA e IMA, bem como IC, projetados segundo a volumetria de *Tibouchina pulchra* extrapolada em um hectare. Nessa situação, sob influência da variação da densidade absoluta de indivíduos ao longo do tempo, teríamos um IC entre 7 e 10 anos de idade.

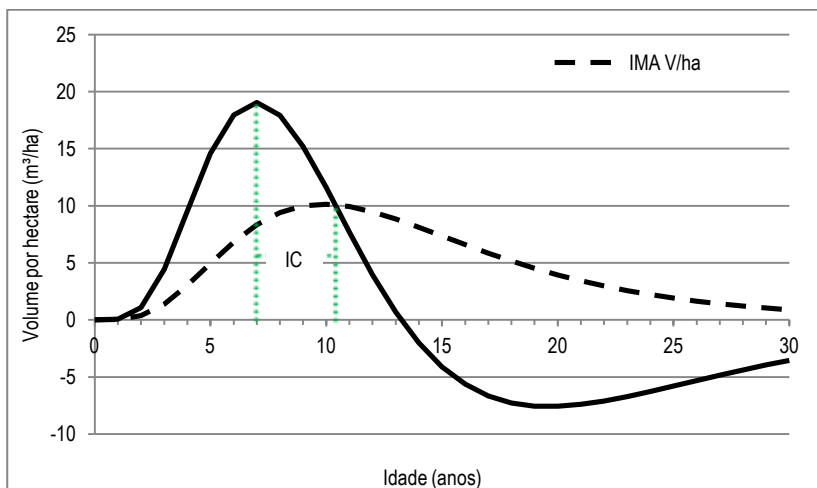


Figura 26 - Curvas de Incremento Corrente Anual (ICA) e Incremento Médio Anual (IMA) para a Volumetria de *Tibouchina pulchra* obtida em 1 ha de *Tibouchinietum*, estimadas com base na idade e dendrometria obtidas em 18 parcelas localizadas nos municípios de Joinville e Garuva – SC.

O incremento corrente, em função do crescimento da área basal, tende a se estabilizar pouco acima de 8 m³/ha por cada m²/ha em área basal acrescido (Figura 27), resultando em um incremento médio de relação linear à área basal numa proporção aproximada 0,7 m³/ha : 1 m²/ha.

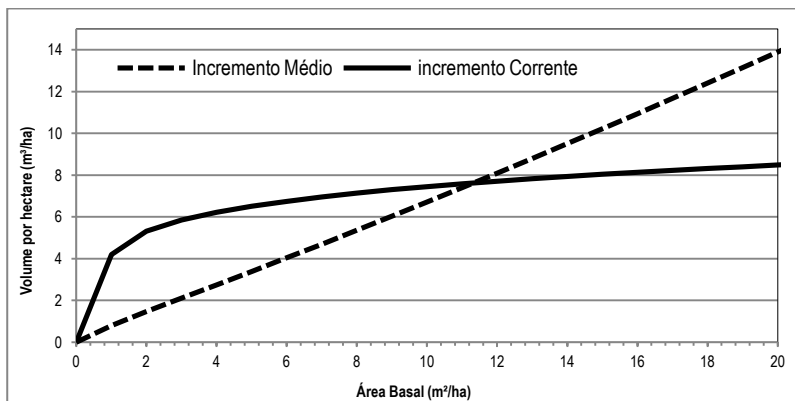


Figura 27 - Curvas de incremento volumétrico por hectare de indivíduos de *Tibouchina pulchra* em função do crescimento em Área Basal da espécie, estimadas com base na dendrometria obtidas em 18 parcelas localizadas nos municípios de Joinville e Garuva – SC.

A partir de cubagem rigorosa de 105 indivíduos de *Tibouchina pulchra*, obteve-se estimativa de volume lenhoso total por classe de diâmetro (V_{cl}) e médio por indivíduo segundo sua classe de diâmetro (\bar{V}). Pressupondo o manejo com interesse principal em extrair peças roliças do fuste retilíneo, tendo preferência em escoras e linhas de 3 m de comprimento, obtém-se, ao se subtrair o volume destas peças ($V_{peças}$) do volume total (V_{cl}), o volume residual em lenha (V_{lenha}). Estimado dessa forma, o sortimento na população cubada é apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 – Sortimento e volumetrias obtidas por classe diamétrica de fustes, obtidos em extração de 105 fustes de *Tibouchina pulchra* em um *Tibouchinietum* no município de Joinville – SC.

Classe	Nº Fuste	V_{cl} (m^3)	\bar{V} (m^3)	Nº escora	Nº linha	$V_{peças}$ (m^3)	V_{lenha} (m^3)
0 - 3	1	0,013720	0,013720	0	0	0	0,013720
3 - 6	3	0,026182	0,008727	0	0	0	0,026182
6 - 9	20	0,456286	0,022814	6	0	0,080820	0,375466
9 - 12	19	0,946427	0,049812	13	1	0,325295	0,621132
12 - 15	18	2,065378	0,114743	3	6	0,375016	1,690362
15 - 18	18	3,130066	0,173893	0	16	0,942923	2,187143
18 - 21	11	2,570995	0,233727	0	8	0,732899	1,838096
21 - 24	8	3,023917	0,377990	0	10	1,149651	1,874266
24 - 27	5	2,452149	0,490430	0	6	0,814586	1,637563
> 27	2	1,356256	0,678128	0	3	0,538134	0,818122
TOTAL	105	16,0413		24	50		

Nas Figuras 28 e 29, pode ser verificada a proporção da lenha residual frente ao volume total. Na primeira figura em comento, se verifica a volumetria obtida pela soma de todos os indivíduos amostrados por classe de diâmetro, enquanto a segunda demonstra a tendência média quando a somatória é dividida pelo número de fustes. A Figura 24 demonstra como as maiores volumetrias foram obtidas entre os DAP de 12 a 27 cm, bem como as maiores diferenças entre os volumes total e residual, ou seja, maiores volumes referentes às peças roliças.

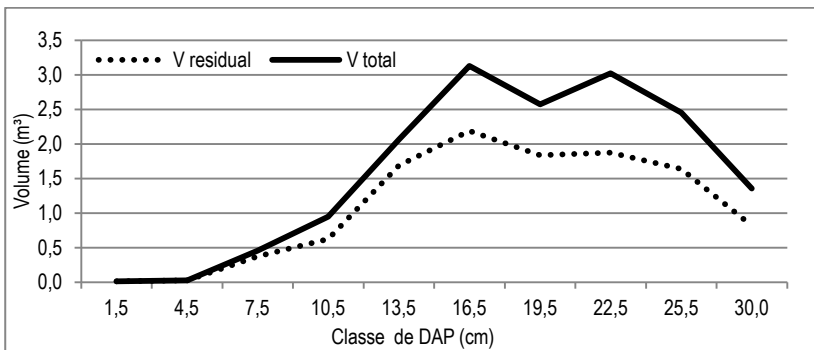


Figura 28 - Comparação entre volumes de lenha total e residual segundo as classes de diâmetro dos fustes amostrados, dados absolutos para o universo amostrado de *Tibouchina pulchra* em um *Tibouchinietum* em Joinville – SC.

Na Figura 29, há a comparação entre a volumetria residual e total, sendo considerada em nível médio por fuste segundo sua classe de DAP. A figura sugere que a proporção do volume disponibilizado às peças roliças aumenta conforme se elevam dos diâmetros, visto pela diminuição do rendimento de lenha (proporção do volume residual frente ao volume total). Ou seja, com o aumento dos DAP aumentam as possibilidades de se obterem peças roliças, diminuindo sua utilização para lenha. Verifica-se que a proporção entre volume residual e volume total varia em torno de 65%, para DAP acima de 15 cm.

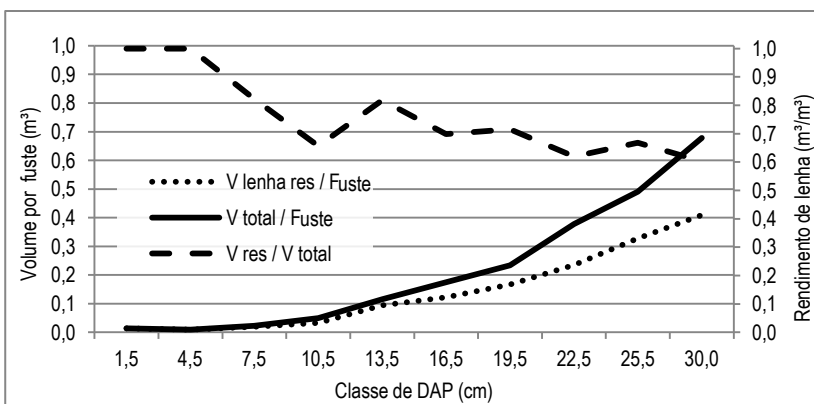


Figura 29 – Rendimento de lenha (V_{res}/V_{total}) e volumes total ($V_{total}/fuste$) e residual médios ($V_{lenha\ res}/fuste$) para fustes de *Tibouchina pulchra*, segundo suas classes de DAP. Dados obtidos em extração de 105 fustes em um *Tibouchinietum* em Joinville – SC.

Esta proporção crescente de peças roliças pode ser sumariamente verificada nas Figuras 30 e 31, onde se estratifica o número de cada tipo de peças roliças retiradas por classe de diâmetro.

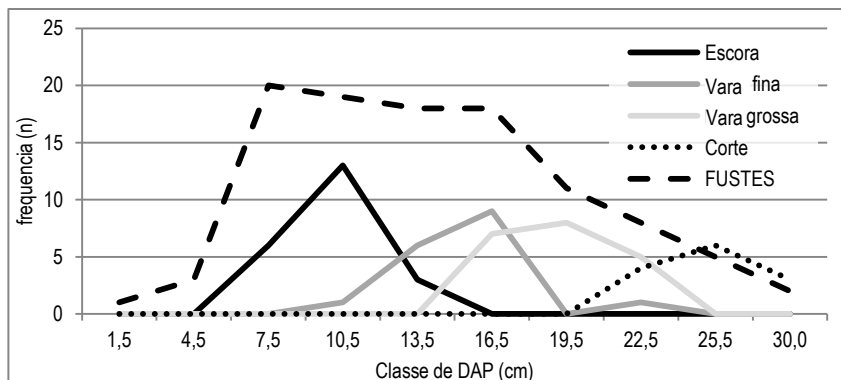


Figura 30– Sortimento de peças em comparação ao total de fustes extraídos segundo classes de diâmetro de *Tibouchina pulchra*. Dados obtidos na extração de 105 fustes em um *Tibouchinietum* em Joinville – SC. (Escora: $5 < \varnothing < 12$ cm; Vara fina: $12 < \varnothing < 15$ cm; Vara grossa: $15 < \varnothing < 20$ cm; Corte: $\varnothing > 20$ cm; Fustes = nº de fustes avaliados).

Nota-se que para todas as classes de peças existe uma distribuição de ascensão e queda, com os ápices das classes sucedendo-se, mantendo relação entre a classe de DAP da árvore e a classe de diâmetro das peças. Na Figura 31, os mesmos dados são apresentados, contudo somando-se o número de peças por classe de diâmetro.

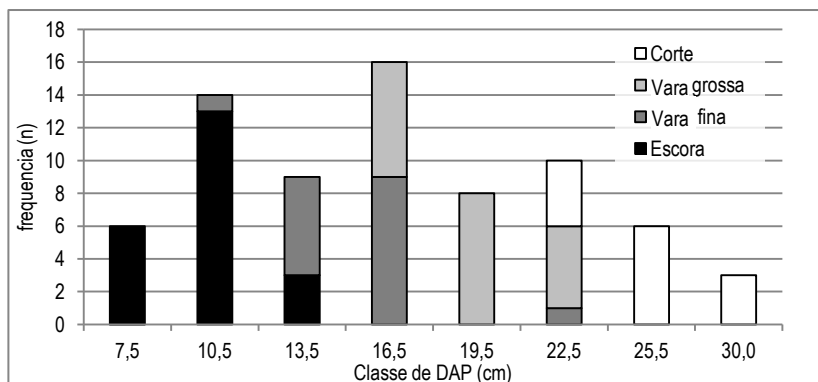


Figura 31 - Sortimento de peças extraídas segundo classes de diâmetro de *Tibouchina pulchra*. Dados obtidos na extração de 105 fustes em um *Tibouchinietum* em Joinville/SC. (Escora: $5 < \varnothing < 12$ cm; Vara fina: $12 < \varnothing < 15$ cm; Vara grossa: $15 < \varnothing < 20$ cm; Corte: $\varnothing > 20$ cm; Fustes = nº de fustes avaliados).

Nota-se que nessa população as escoras foram encontrada somente nas árvores das classes de DAP entre 6 e 15 cm, sendo substituídas sucessivamente por peças de maior diâmetro. Por outro lado, em campo pôde-se perceber que com o aumento do DAP, houve elevação expressiva da incidência de peças com defeitos por perfuração tipo broca, causados por insetos, especialmente cupins e formigas, apesar desses defeitos não terem sido objetivamente quantificados, ou mesmo esperados. Essa incidência se deu principalmente nas peças de varas grossas ou com diâmetro para corte em serraria. Este fato reforça a recomendação de uso em diâmetros pequenos e de não utilizar a espécie para fornecimento de madeira serrada (Reitz, 1978).

Ao se comparar o sortimento resultante da cubagem e aquele estimado nas áreas inventariadas (Figura 32), pode-se verificar tendência próxima, com o máximo número de escoras à classe de DAP de 9 a 12 cm, elevando-se em seguida a participação de peças de maior diâmetro, genericamente denominadas de “Linhas”. Contudo a participação no número absoluto de peças de maior diâmetro (linhas) foi bem mais reduzida, quando comparado à situação anterior (Figura 31). Isso se deve principalmente pela menor participação das classes de DAP maiores nas populações, do que a proporção utilizada na cubagem.

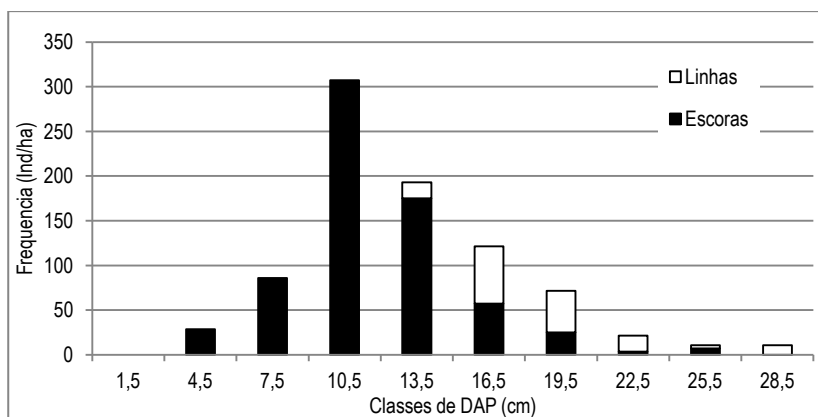


Figura 32 – Sortimento de peças passíveis de obtenção por hectare, segundo a classe de DAP de *Tibouchina pulchra*. Dados verificados em 18 parcelas instaladas em *Tibouchinietum*, nos municípios de Joinville e Garuva – SC.

Ao se fracionar esses valores por estágio sucessional e pelo número total de indivíduos temos o rendimento de peças por árvore, apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 - Número médio de peças roliças passíveis de extração por fustes (DAP ≥ 5 cm) de *Tibouchina pulchra*, segundo estágio sucessional do *Tibouchinietum*. Dados relativos a 18 parcelas nos municípios de Joinville e Garuva – SC.

Classe DAP		Arbustivo			Arvoretas			Arbóreo		
min	max	Fuste	Escora	Linha	Fuste	Escora	Linha	Fuste	Escora	Linha
3	6	24	0,000	0,000	14	0,071	0,000	10	0,300	0,000
6	9	41	0,073	0,000	42	0,429	0,000	23	0,130	0,000
9	12	13	0,692	0,000	22	1,364	0,000	41	1,146	0,000
12	15	1	1,000	0,000	18	1,389	0,167	23	1,000	0,087
15	18	0	-	-	4	1,000	1,000	19	0,632	0,737
18	21	0	-	-	3	0,667	1,000	12	0,417	0,833
21	24	0	-	-	2	0,000	1,500	2	0,500	1,000
24	27	0	-	-	0	-	-	1	2,000	1,000
27	30	0	-	-	1	0,000	3,000	0	-	-
Total (Fustes - peças)		79	13	0	106	80	16	131	96	29

Pode-se notar que o maior rendimento de escoras ocorreu no estágio sucessional *Arvoretas* nas classes de diâmetro entre 9 e 15 cm, com cerca de 4 escoras a cada 3 fustes, totalizando 55 escoras em 40 fustes em 800 m². Contudo no estágio *Arbóreo* às mesmas duas classes de DAP somam maior número absoluto (70) de escoras, só que com menor rendimento pelos 64 fustes e maior área (1.000m²). O mesmo ocorre no somatório de peças do estágio *arbóreo* para o estágio *arvoretas*. Foram desconsiderados os resultados de rendimentos provenientes de médias de poucos fustes, como as classes 12 a 15 para as arbustivas, 15 a 18, 18 a 21, 21 a 24 e 27 a 30 em arvoretas e 21 a 24 e 24 a 27 no estágio arbóreo.

Extrapolando-se o número de peças encontrados nesses fragmentos, para unidade de área, espera-se obter cerca de 130 escoras por hectare em estágio arbustivo; 1.325 escoras e 1.000 linhas por hectare no estágio de arvoretas; e 960 escoras e 290 linhas por hectare em estágio arbóreo.

Assumindo-se o centro das duas classes de maior rendimento (10,5 e 13,5 cm) como o DAP a ser empregado na Equação 1 (pg. 45), espera-se atingir tal situação entre 10 e 21 anos de idade de regeneração.

Contudo, os valores apresentados na Tabela 19 agregam dados de formações em que houve tratamentos silviculturais promovendo a capoeira e visando maior rendimento em escoras de *Tibouchina pulchra*, com áreas

em que foram naturalmente regeneradas e, portanto, sujeitas à livre competição.

3.1. **Estudo de caso: manejo ecossistêmico com finalidade de produção inicial de *Tibouchina pulchra*.**

Em entrevista, o produtor rural informou que em capoeirinhas dominadas no *T. pulchra*, porém com indivíduos de tamanhos muito diferentes, é feita uma “*roçada drástica*”, visando igualar o estágio de desenvolvimento dos indivíduos. Para isso, usando uma roçadeira de lâminas, poda todos os indivíduos a cerca de 30-40 cm do solo. Caso contrário, havendo razoável homogeneidade da regeneração, segue-se para os próximos tratos, que são: desrama de indivíduos bifurcados, roçada de lianas, cipós, taquaras, pteridófitas e gramíneas (*Brachiaria* spp.). Esses tratos são executados durante a fase inicial de desenvolvimento dos indivíduos rebrotantes de *T. pulchra* e outras espécies arbóreas pioneiras que a acompanham em menor densidade, como *Myrsine coriacea*.

Posteriormente, após o fechamento de um dossel baixo, é feito ocasionalmente raleamento da área com especial atenção para retirar as espécies que não apresentam interesse para o desenvolvimento florestal, como lianas, cipós e taquaras que são roçadas. Nessa etapa também se pode executar desrama dos indivíduos regenerantes de espécies arbóreas secundárias tardias ou climácicas, que podem integrar um ciclo de produção posterior ao da *T. pulchra*, mas que já se encontram em forma de varinhas ou varetas no sistema.

A extração madeireira é realizada quando a população fornece maior rendimento de escoras. O “ponto de corte” é determinado empiricamente pelo agricultor através de avaliação visual das arvoretas, especialmente considerando quantas escoras conseguirá retirar por indivíduo. Para isso avalia até qual altura as árvores são retilíneas e seus diâmetros: máximo próximo à altura do peito e mínimo ao topo do trecho retilíneo, de forma a render as peças desejadas.

O sistema exploratório consiste em retirada de todos os fustes de *T. pulchra* que apresentem dimensões adequadas para o fornecimento de escoras, em sistema semimecanizado (com uso de motosserra), com orientação da queda e desgalhe local, de forma a minimizar o impacto sobre a vegetação remanescente, com atenção especial às mudas do próximo ciclo de produção. A extração é feita manualmente (no ombro) até carreiros, a partir do qual segue com auxílio de trator de pequeno porte e carreta. O agricultor ressalta ainda que, a exploração do talhão não é sistemática, mas sim por meio de extração seletiva dos fustes

suficientes ao atendimento de pequenas encomendas, sendo a procura do produto ocasional.

O corte é feito à altura aproximada de 60 cm a 1 m, para deixar uma cepa com condições de fornecer vantagem em altura aos brotos novos. Evita-se assim que as cepas fiquem sombreadas pelos indivíduos regenerantes, dando maior possibilidade delas rebrotarem e fornecerem novo ciclo de corte rapidamente. Para atingir esse objetivo ainda executa a condução da rebrota, quando deixa os dois ou três brotos mais desenvolvidos de cada cepa. O agricultor afirma que após três anos consegue realizar esse novo ciclo de corte numa mesma área e tem expectativa de realizar até três rotações em sistema de talhadia.

A princípio esse sistema produtivo apresenta características de condução similares àquelas descritas como *promovidas* (*promoted*) por Clement (1999 e 2001): “*uma paisagem, na qual plantas individuais e/ou populações de plantas úteis são favorecidas por meio de eliminação ou poda de algumas plantas competidoras ou a expansão da transição florestal*”. Dessa forma, segue-se adotando a denominação de *Tibouchinietum* promovido para aquelas áreas onde houve essas intervenções, em contraste às áreas onde a regeneração ocorreu naturalmente.

Na Tabela 20, apresentam-se alguns descritores fitossociológicos e de diversidade das áreas manejadas.

Tabela 20 - Descritores demográficos, dendrométricos e fitossociológicos de quatro áreas de *Tibouchinietum* promovido em Garuva – SC (DAP \geq 5 cm).

	Parcela	N/ha (ind/ha)	DAP (cm)		Ht (m)		G (m²/ha)	Vi (%)
	2	2.100	9,77	$\pm 0,89$	10,52	$\pm 0,73$	24,85	54,06
<i>Tibouchina</i>	1	1.500	12,34	$\pm 1,66$	11,66	$\pm 1,30$	22,80	57,25
<i>pulchra</i>	16	1.450	10,39	$\pm 1,67$	11,97	$\pm 1,45$	22,55	42,51
	18	1.350	10,08	$\pm 1,33$	9,35	$\pm 1,14$	17,45	43,37
	2	500	11,67	$\pm 5,08$	7,95	$\pm 1,86$	7,70	45,94
Outras	1	650	6,68	$\pm 0,84$	7,12	$\pm 0,80$	2,40	42,75
espécies	16	1250	8,06	$\pm 1,60$	8,58	$\pm 1,25$	7,95	57,49
	18	1350	6,96	$\pm 0,62$	7,45	$\pm 0,95$	5,40	56,63

A Tabela 21 compara as áreas promovidas com as áreas regeneradas naturalmente. Os dados sugerem que não existem diferenças significativas ($\alpha = 0,05$) com relação às densidades absolutas e áreas basais de ambas.

Tabela 21 - Índices fitossociológicos e de diversidade comparados entre áreas de *Tibouchinieta* naturalmente regenerados e promovidos, pré-exploração e depois de ao menos um ciclo de exploração, amostrados em fragmentos em estágio sucessional de arvoretas, nos municípios de Joinville e Garuva – SC. Foram incluídos apenas indivíduos com DAP ≥ 5 cm.

	P (n°)	A (m ²)	DA (ind/ha)	AB (m ² /ha)	Riqueza (n°)	Famílias (n°)	Espécies dominantes (n°)	H' (nats./ind)	J'		
Naturalmente regeneradas	4	800	2.063	ns	21,97	ns	26	16	1	1,71	0,52
Promovidas	4	800	2.538	ns	21,91	ns	26	16	2	1,61	0,49
Pré-exploração	2	400	2.375	ns	23,85	ns	15	9	1	1,13	0,42
Pós-exploração	2	400	2.700	ns	19,98	ns	15	10	2	1,73	0,64

Tabela 22 - Índices populacionais e dendrométricos de indivíduos de *Tibouchina pulchra* comparados entre áreas de *Tibouchinieta* naturalmente regenerados e promovidos, pré-exploração e depois de ao menos um ciclo de exploração, amostrados em fragmentos em estágio sucessional de arvoretas, nos municípios de Joinville e Garuva – SC. (DAP ≥ 5 cm).

	P (n°)	A (m²)	DA (ind/ha)	AB (m²/ha)	Ht média (m)	DAP médio (cm)	Escoras (n°/ind)	Linhas (n°/ind)	Volume (m³/ha)							
Naturalmente regeneradas	4	800	1.788	ns	17,55	ns	10,99	ns	0,825	A	0,228	ns	130,86	ns		
Promovidas	4	800	2.538	ns	16,05	ns	10,31	ns	10,49	ns	1,123	A	0,060	ns	111,12	ns
Pré-exploração	2	400	2.000	ns	18,78	ns	10,62	ns	10,05	ns	1,640	B	0,015	ns	129,42	ns
Pós-exploração	2	400	1.600	ns	13,33	ns	10,00	ns	9,61	ns	0,168	A	0,105	ns	92,82	ns

P = Número de parcelas; A = Área total amostrada; DA = Densidade absoluta; AB = Área basal; H' = Índice de diversidade de Shannon-Wiener, estimado usando logaritmo natural; J' = Equitabilidade de Pielou; Ht = Altura total; DAP = Diâmetro a altura do peito.

Comparando-se os descritores dendrométricos e de rendimento madeireiro para as populações de *Tibouchina pulchra* em áreas de *Tibouchinietum* regeneradas naturalmente e manejadas ao menos um ciclo (Tabela 22), pode-se verificar que não existem diferenças significativas em densidade, área basal, altura média ou DAP médio. Contudo, o rendimento de escoras por indivíduo antes do primeiro ciclo de exploração é significativamente superior ($\alpha = 0,05$) nas áreas manejadas.

Essa vantagem na produção de escoras de *Tibouchina pulchra*, dos ambientes promovidos em relação aos naturalmente regenerados, também pode ser verificada na Tabela 23. Os fustes que fornecem esse produto representam 90% da AB da espécie (e 72% da comunidade) em *Tibouchinietum* promovido antes de ser explorado. Uma diferença considerável dos pouco mais de 50% da AB da espécie (e 46% da comunidade) em áreas naturalmente regeneradas, mesmo que em ambos os casos a AB da espécie gire em torno de 80% em relação à AB de toda comunidade. Pode-se notar ainda que essa relação depois de ao menos um ciclo de exploração se reduz razoavelmente para 67%.

Por outro lado, a Tabela 23 demonstra ainda que a AB dos fustes que fornecem linhas são muito superiores (25% contra 9%) nas comunidades em que não houve promoção. Possivelmente por serem mais grossos ou com menor número de fustes por indivíduos do que em ambientes promovidos.

O fato é que se agregando os fustes de *Tibouchina pulchra* passíveis de fornecimento de algum tipo de peça roliça, quer seja escoras, linhas ou ambas, os ambientes promovidos levam considerável vantagem. Eles representam 72% da AB da comunidade (90 % da espécie), enquanto na situação de arvoretas regeneradas naturalmente, cerca de 60 % da AB da comunidade (74% da espécie). Quando se realiza ao menos uma extração de escoras nos ambientes promovidos, essa proporção cai para 32 % da AB da comunidade na média. Mas varia de 19 % a 46%, entre a parcela 18, que passou por três ciclos de extração e a parcela 16 que teve apenas um ciclo de corte, respectivamente (Tabela 23).

Em *Tibouchinietum* promovido pré-exploração todos os fustes passíveis de obtenção de linhas também podiam fornecer simultaneamente escora. Esse fato pode ser identificado na Tabela 23 pelas porcentagens da AB iguais encontradas para escora e linhas + escoras.

Tabela 23 - Proporção da área basal *Tibouchina pulchra* e de fustes da espécie passíveis de extração de peças roliças, em relação à área basal total da comunidade. Compara-se áreas de *Tibouchinietyum* naturalmente regeneradas e promovidas, essas pré-exploração ou após ao menos um ciclo de extração, localizadas em Joinville e Garuva – SC. (DAP \geq 5 cm)

	% AB <i>Tibouchina</i> / Comunidade	% AB escoras/ Comunidade	% AB escoras / <i>Tibouchina</i>	% AB Linhas / Comunidade	% AB Linhas / <i>Tibouchina</i>	% AB Linhas + escoras / Comunidade	% AB Linhas + escoras / <i>Tibouchina</i>
População cubada	66,44	4,90	7,38	36,07	54,29	40,64	61,16
Naturalmente regeneradas	82,20	46,05	53,64	24,51	32,26	60,67	73,93
Promovidas	73,07	48,47	64,14	5,89	8,41	52,16	69,70
Pré-exploração	79,24	71,87	90,23	2,63	2,94	71,87	90,23
Pós-exploração	66,90	25,06	38,04	9,15	13,87	32,44	49,17

Desta forma, pode-se notar que a eventual extração desse recurso madeireiro pode ter significativo impacto sobre a vegetação, por aumentar a insolação sobre os indivíduos regenerantes, devendo ser realizado com critérios. Assim, o manejo do ecossistema pode beneficiar especialmente espécies que necessitam de sombreamento parcial na fase inicial de vida e de insolação para serem recrutadas, como as do grupo ecológico das secundárias (oportunistas). Como se observa na Tabela 21, ocorreu um aumento da diversidade e da equitabilidade nas áreas promovidas depois que houve a extração de *Tibouchina pulchra*. Assim, entende-se que, da forma como foi realizada, a exploração do recurso promoveu uma aceleração no processo sucessional da comunidade. Espera-se que em médio prazo este efeito possa reduzir o tempo de desenvolvimento de espécies secundárias, cujo potencial madeireiro e de diversidade biológica são maiores. Ao mesmo tempo, a obtenção de renda no tempo presente pode estimular a manutenção do fragmento.

4. CONCLUSÃO

- A máxima taxa de crescimento volumétrico por unidade de área para *Tibouchina pulchra* ocorre entre 7 e 10 anos de idade, estimada a partir do DAP médio de 9 a 10,4 cm;
- Indivíduos com DAP entre 9 e 15 apresentaram o maior rendimento de escoras;
- O manejo da formação *Tibouchinietum* aumenta a produtividade de escoras pelo aumento da qualidade dos fustes de *Tibouchina pulchra* em relação às áreas regeneradas naturalmente.
- As áreas promovidas apresentaram, depois de ao menos um ciclo de extração madeireira, índices de diversidade florística próximos às áreas regeneradas naturalmente e sem extração madeireira.

REFERÊNCIAS

- BORTOLINI, M.F.; MAYER, J.L.S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; KOEHLER, H.S.; CARPANEZZI, A.A. Enraizamento de estacas caulinares de quatro espécies do gênero *Tibouchina* Aubl. (Melastomataceae Juss.). **Revista brasileira de horticultura ornamental**. v. 14, n. 2, p. 187-192, 2009.
- BROWN, S., LUGO, A.E. Tropical secondary forests. **J. Trop. Ecol.**, v.6, n.1, p.1-32, 1990.
- BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American Rain Forest trees in the light of successional process. **Turrialba**, v.15, p.40-45, 1965.
- BUDOWSKI, G. Los bosques de los trópicos húmedos da América. **Turrialba**, V.16, 1966.
- CHAMISSO, A. de. *Lasiandra pulchra*, In: Supplementum ad Melastomaceas. **Linnaea**, 9. 1835. p.439-440. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=qHIXAAAAYAAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>. Acessado em 3 de agosto de 2011.
- CHIEA, S. C. Flora fanerogâmica da reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo – Brasil). **Hoehnea**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 127-151, 1990.
- CLEMENT, C.R. Melhoramento de espécies nativas (Improvement of native species). In: Nass, L.L.; Valois, A.C.C.; Melo, I.S.; Valadares-Inglis, M.C. (Eds.). **Recursos genéticos & melhoramento - plantas**. Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso - Fundação MT, Rondonópolis, MT. pp. 423-441. 2001.
- CLEMENT, C.R. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. **Economic Botany**, v.53, n.2, p.188-202, 1999.
- COCHRAN, W.G. **Sampling techniques**, 3ª Ed. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1977.
- DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras. 1996.

DICKOW, K.M.C. **Ciclagem de fitomassa e nutrientes em sucessão secundária na Floresta Atlântica, Antonina, PR.** 2010. 215f. Tese. (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010.

ELKINGTON, J. **Cannibals With Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business.** New Society Publishers. Gabriola Island BC: Canada, 1998. 407 p.

EMBRAPA SOLOS. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina.** Mapa. Escala: 1:250.000. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.

FANTINI, A.C.; SIMINSKI, A. De agricultor a “agricultor silvicultor” : um novo paradigma para a conservação e uso de recursos florestais no Sul do Brasil. **Agropecuária Catarinense**, v. 20, n.1, p.16-18, 2007.

FERREIRA, R.L.C. **Estrutura e dinâmica de uma floresta secundária de transição, Rio Vermelho e Serra Azul de Minas, MG.** 1997. 208f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

FINEGAN, B. Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. **Trends in Ecology & Evolution**, v.11, n.3, p.119-124, 1996.

IPPUJ – FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE JOINVILLE (Org.). **Joinville Cidade em Dados 2010/2011.** Joinville: Prefeitura Municipal, 2011 194p. Disponível em: http://www.joinville.sc.gov.br/dmdocuments/JOINVILLE_cidade_em_dados_2010-2011_IPPUJ.pdf. Acessado em 3 de agosto de 2011.

GIEHL, E.L.H. (coord.). **Flora Digital do Rio Grande do Sul.** UFRGS. 2010-2011. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/fitoecologia/florars>. Acessado entre: 10 de dezembro de 2010 e 04 de agosto de 2011.

GOMEZ-POMPA, A. Possible papel de la vegetación secundária em La evolución de La flora tropical. **Biotropica**, Lawrence, 1971.

GUARIGUATA, M.R.; CHAZDON, R.L.; DENSLOW, J.S.; DUPUY, J.M & ANDERSON, L. Structure and floristics of secondary and old-growth Forest stands in lowland Costa Rica. **Plant Ecol.** v. 132, p. 107-120. 1997.

GUIMARÃES, P.J.F. 2010. *Tibouchina* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB009951>). Acessado em 24/03/2011.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JÚNIOR, J. A. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: Seminário emissão x sequestro de CO₂ – uma nova oportunidade de negócios para o Brasil, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CVRD, 1994. p. 125-145.

HOFFMANN, G.M.; VARASSIN, I.G. Variação da viabilidade polínica em *Tibouchina* (Melastomataceae). **Rodriguésia**, 62(1):223-228. 2011.

HOSOKAWA, R.T.; MOURA, J.B. de; CUNHA, U.S. da. **Introdução ao manejo e economia de florestas**. Curitiba: Ed. UFPR. 2008. 164p.

HUTTON, J. M.; LEADER-WILLIAMS, N. Sustainable use and incentive-driven conservation: realigning human and conservation interests. **Oryx**, v. 37, n. 2, p. 215-226, 2003.

IBGE. **Mapa de Biomas do Brasil**. Rio de Janeiro, 2004.

IBGE. **Censo demográfico 2010: Sinopse do censo demográfico 2010 – Santa Catarina**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=42&dados=1>. Acessado em: 3 de agosto de 2011.

INPE. **Os satélites LANDSAT 5 e 7**. São José dos Campos, 2011. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php> Acessado em: 11 de agosto de 2011.

INPE. **As câmeras dos satélites CBERS-1, 2 e 2B.** São José dos Campos, 2011. Disponível em: http://www.cbers.inpe.br/pt/programas/cbers1-2_cameras.htm. Acessado em: 11 de agosto de 2011.

JBRJ - JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Lista de Espécies da Flora do Brasil.** 2010. Disponível na página eletrônica do <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/>>. Acessado entre: março e junho de 2011.

JORGE, L.A.B. **Manejo Florestal: Guia de Estudo.** Botucatu: FCA/UNESP, 2003. 185 p.

KLEIN, R. M. 1978. **Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina.** Itajaí, SC: UFSC, Herbário “Barbosa Rodrigues”, 24 p., 1 Map.

KLEIN, R.M. Ecologia da flora e vegetação do vale do Itajaí. **Sellowia**, Itajaí, v. 32, n. 32, p.164-369, 1980.

KNAPIK, J.G.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; CARPANEZZI, A.A.; TAVARES, F.R.; KOEHLER, H.S. Influência da época de coleta e da aplicação de ácido indol butírico na propagação por estaquia da *Tibouchina pulchra* (Cham.) Cogn. (quaresmeira). **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 58, n.2, p. 171-179, 2003.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado.** Eschborn: GTZ, 1990

LEITÃO FILHO, H. F. (org.). **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão.** Editora da UNESP, Editora da Universidade de Campinas, Campinas. 1993,

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**, 3ª Ed. São Paulo, Ed. Plantarum, 2000. 368p.

MAILARD, P.; COSTA-PEREIRA, P.S. Estimativa da idade da regeneração da vegetação de cerrado a partir de imagens Landsat. **Rev. Geogr. Acadêmica**, v.5, n.1, p. 34-47. 2011.

MARCHIORI, J.N.C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das angiospermas: Myrtales**. Santa Maria: UFSM. 1997.

MAZZONI-VIVEIROS, S.C.; TRUFEM, S.F.B. Efeitos da poluição aérea e edáfica no sistema radicular de *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae) em área de Mata Atlântica: associações micorrízicas e morfologia. **Revista Bras. Bot.**, v. 27, n. 2, p. 337-348, abr.-jun. 2004.

MEIRA, A.M. **Gestão de resíduos da arborização urbana**. 2010. 178f. **Tese**. (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2010.

MENESES, P.R.; MADEIRA NETTO, J.S. (Org.). **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília: UnB, 2001. 262p.

MEYER, F.S. **O gênero *Tibouchina* Aubl. (MELASTOMATACEAE) no Estado do Paraná, Brasil**. 2008. 114f. **Dissertação**. (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

MOCOCHINSKI, A.Y. *Myrsine coriaceae* (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult. (MYRSINACEAE) e *Tibouchina pulchra* (Cham.) Cogn. (MELASTOMATACEAE): aspectos populacionais em uma comunidade em regeneração natural. p. 83-90. In: **Ecologia e conservação da Floresta Atlântica na Reserva Natural de Salto Morato**. (Relatório) Universidade Federal do Paraná. Guaraqueçaba. 154p. 2004. Disponível em: <http://botanica.bio.ufpr.br/LabEcologia/files/relatorio.pdf>. Acessado em: 3 de agosto de 2011. (Não publicado)

NICOTRA, A.B.; CHAZDON, R.L. & IRIARTE, S.V.B. Spatial Heterogeneity of light and Woody seedling regeneration in Tropical wet forests. **Ecology**, 80(6), 1999.p. 1908-1926.

PELLICO NETTO, S.; BRENA, D.A. **Inventário Florestal**. Curitiba, PR: 1997. 316p

PERALTA, P. Las espécies del género *Tibouchina* (MELASTOMATACEAE) em Argentina. **Darwiniana, Buenos Aires**, v. 40, n. 1-4, p. 107-120, 2002.

PETEAN, M.P.; BORGIO, M.; HOFFMANN, P.M.; OLLER, D.C. *Tibouchina pulchra*. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (Coord.) **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília: MMA, 2011. 934p.

PNUD. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. 2003.

PRADELLA, D.Z.A.; POMPEIA, S.L.; MARTINS, S.E.; DINIZ, K.M.; PRADELLA, J.G. da C. Peletização de sementes em gel hidrofílico. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 11, n. 1, p. 43-52, 1989.

REIS, A.; FANTINI, A.C REIS, M.S.; NODARI, R.O.; GUERRA, M.P. **Experiências silviculturais para o manejo sustentado dentro do domínio da Floresta Tropical Atlântica**. In: 7º Congresso florestal brasileiro, Curitiba, 1993. **Anais...** Curitiba: SBS/SBEF. v. 3. p. 197-201. 1993.

REIS, A. (Ed.) **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1989-2007.

REITZ, R. (Ed.). **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1965-1989

REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto madeira de Santa Catarina**. Itajaí: SUDESUL: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.

RENNER, S. S. Phylogeny and classification of the Melastomataceae and Memecylaceae. **Nordic Journal of Botany**, Copenhagen, v. 13, p. 519-540, 1993.

RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: how much does is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**. 142: p. 1141 – 1153. 2009.

RICHARDS, F. J. A flexible growth function for empirical use. **Journal of Experimental Botany**, London, v. 10, n. 29, p. 290-300. 1959.

RODRIGUES, L.C.E. Gerenciamento da produção florestal. **Documentos florestais**. Piracicaba (13): ESALQ. p. 1-41, maio, 1991.

RODRIGUES, M.A. **Avaliação da chuva e banco de sementes em áreas de restinga, morfoecologia e potencial biótico de espécies ocorrentes nestes locais**. 2006. 125f. **Dissertação**. (Mestre em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2006.

RODRIGUES, M.A.; PAOLI, A.A.S.; BARBOSA, J.M.; SANTOS JUNIOR, N.A. dos. Avaliação da chuva de sementes em áreas de restinga em diferentes estágios de regeneração. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.5, p.815-824, 2010.

ROMERO, R. **A família Melastomataceae na planície litorânea de Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar, município de Ubatuba, SP**. 1993. 178 f. **Dissertação** (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 1993.

ROSA, S.A. **Modelos de crescimento de quatro espécies madeireiras de floresta de várzea da Amazônia Central por meio de métodos dendrocronológicos**. 2008. 68p. **Dissertação**. (Mestre em Ciências Biológicas) – INPA/UFAM, Manaus, 2008.

ROSOT, M. A. D. Manejo florestal de uso múltiplo: uma alternativa contra a extinção com Floresta com Araucária? **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 55, p. 75-85, jul./dez. 2007.

SALDARRIAGA, J.G.; WEST, D.C.; THARP, M.L.; UHL, C. Longterm chronosequence of forest succession in the Upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. **J. Ecol.** 76, 938–958. 1988.

SALIS, S.M.; ASSIS, M.A.; MATTOS, P.P.; PIÃO, A.C.S. **Equações para estimar biomassa e volume de madeira em cerradões do Pantanal da Nhecolândia, MS**. Corumbá, 2004. 4p. (Embrapa-Pantanal, Circular Técnica, 50).

SANQUETTA, C. R. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.;

BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B.; GOMES, F. dos S. **As florestas e o carbono**. Curitiba: UFPR, 2002. 264p.

SANTOS, S.R.G. dos; SANTOS, D.C. dos; Estudo de maturação de uma espécie de restinga, *Tibouchina pulchra* (manacá-da-praia). **IF Sér. Reg.**, São Paulo, n. 31, p. 191-195, jul. 2007.

SCHOWENGERDT, R.A. **Remote sensing: models and methods for image processing**. Academic Press, 2007. 515p.

SCHUCH, C.; SIMINSKI, A; FANTINI, A.C. Usos e potencial madeireiro do jacatirão-açu (*Miconia cinnamomifolia* (De Candolle) Naudin) no litoral de Santa Catarina. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 4, p. 735-741, out./dez. 2008.

SCHUCH, C. **Potencialidades da produção de madeira serrada a partir de três espécies da floresta secundária litorânea catarinense em condições de plantio e em áreas de floresta regenerada naturalmente**. 2010. 59f. **Dissertação**. (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

SILVA, C. V.; AFFONSO, P. Levantamento de *Tibouchina* Aubl. (MELASTOMATACEAE) no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Curucutu – São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 195-206, dez. 2005.

SILVA, J.B. **Biologia das interações entre os visitantes florais (Hymenoptera, Apidae) e *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae)**. 2006. 61f. **Dissertação**. (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SILVA, J.B.; MELO, G.A.R.; GOLDENBERG, R. Visitantes florais de *Tibouchina pulchra* (Melastomataceae). In: VII Congresso de Ecologia do Brasil, 2005. **Anais...** Caxambu: 2005. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/1070a.pdf>, Acesso em: 03 de agosto de 2011.

SIMÃO, E. **Estudo da germinação de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (melastomataceae)**. 2005. 71f.

Dissertação. (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2005.

SIMINSKI, A. **A florestal do futuro: conhecimento, valorização e perspectivas de uso das formações florestais secundárias no Estado de Santa Catarina.** 2009. 140f. **Tese.** (Doutor em Ciências) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SIMINSKI, A.; FANTINI, A. C. Roça-de-toco: uso de recursos florestais e dinâmica da paisagem rural no litoral de Santa Catarina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, p. 01-10, 2007.

SOBRAL, M.; JARENKOW, J.A. (org.); **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil.** São Carlos: RiMa/Novo Ambiente. 2006.

SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v. 75, p. 81-86, 1988.

TALORA, D.C.; MORELLATO, P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 13-26, mar. 2000.

UHL, C.; BUSCHBACHER, R.; SERRAO, E.A.S. Abandoned pastures in eastern Amazônia. I. Patterns of plant succession. **J. Ecol.** 76, p.663–681. 1988.

WEBER, K.S. **Manejo da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) baseado no crescimento diamétrico de árvores individuais.** 2007. 125f. **Dissertação.** (Mestre em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

WHITMORE, T.C. **An introduction to tropical rain forests.** Oxford: Clarendon Press, 1990. 226p.

WURDACK, J. J. Melastomataceae of Santa Catarina. **Sellowia**, Itajaí, v. 14, p. 109-217, 1962.

ZAIA, J.E.; TAKAKI, M. Estudo da germinação de sementes de espécies arbóreas pioneiras: *Tibouchina pulchra* Cogn. e *Tibouchina granulosa* Cogn. (Melastomataceae). **Acta Bot. Bras.** 12(3): 221-229, 1998.